

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGY INSTITUTE

ODLUČOVÁNÍ OLEJOVÉHO AEROSOLU Z ODPADNÍHO VZDUCHU VE VÝROBNÍM PROVOZU S OBRÁBĚCÍMI AUTOMATY

**REMOVAL OF OIL AEROSOL FROM THE EXHAUST AIR IN A PRODUCTION HALL WITH
AUTOMATIC MACHINE TOOLS**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BC. STANISLAV ŠTEFÁNEK

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

ING. PAVEL CHARVÁT, PH.D.

BRNO 2011

Abstrakt

Tato diplomová práce pojednává o filtraci vzduchu znečištěného olejem a celkové zefektivnění a navržení nového filtračního systému. Důvodem je nedostatečná kapacita a nesprávná funkčnost provozovaného zařízení. Řešením je návrh filtračního systému, který bude z hlediska ekonomické a technické koncepce vyhovující.

Abstrakt

This master thesis deals with the filtration of air contaminated with oil and the total efficiency and propose a new filtration system. The reason is insufficient capacity and functionality of the operating device is incorrect. It will propose the most appropriate solution to this in terms of economic and technical design is satisfactory.

Klíčová slova

Filtr, aerosol, Elektrostatická filtrace, zeolit, obráběcí centrum

Key words

Filter, aerosol, electrostatic filtration, zeolite, machining center

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Odlučování olejového aerosolu z odpadního vzduchu ve výrobním provozu s obráběcími automaty vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího diplomové práce pana Ing. Pavla Charváta, Ph.D. s použitím uvedené literatury a zdrojů.

V Brně dne:

.....

Podpis autora:

.....

Poděkování:

Za cenné rady a připomínky při vypracování diplomové práce bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Pavlu Charvátovi, Ph.D.. Dále pak Ing. Pavlu Alánovi za poskytnutí přístupu do provozu firmy fischer Vyškov s.r.o. a podklady pro výpočet. Také bych rád poděkoval svým rodičům za podporu při studiu.

Bibliografická citace:

ŠTEFÁNEK, S. Odlučování olejového aerosolu z odpadního vzduchu ve výrobním provozu s obráběcími automaty. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 52 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Charvát Ph.D.

Obsah:

1. Úvod	8
2. Filtrace vzduchu	9
2.1 Parametry filtrů	10
Výkon filtru	10
Objemový tok filtrem	10
Připojovací parametry	10
Provozní parametry	11
2.2 Principy filtrace	11
2.2.1 Filtrace olejové mlhy pomocí jednotky FOX.....	12
2.2.2. Filtrace olejové mlhy pomocí elektrostatických filtrů	13
3. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.....	15
4. Cíle diplomové práce	17
5. Popis provozu	18
5.1. Stávající stav	18
5.2. Rozložení filtrů a jejich vlastnosti.....	18
6. Servis filtrace.....	20
7. Návrh řešení problémů	24
7.1. Vlastní konstrukce eliminátoru	24
7.2 Experimentální měření odlučivosti	26
7.3 Vyhodnocení měření odlučivosti	30
7.3.1 Ověřovací měření	31
8. Ekonomicko-technické zhodnocení	35
9. Závěr.....	38
10. Seznam použitých zdrojů	39

Seznam obrázků:

Obrázek 1 - zapojení Elektrostatické filtrace ve strojním provozu	9
Obrázek 2 - výrobní štítek filtru FOX FIS	10
Obrázek 3 - princip filtru FOX WS.....	12
Obrázek 4 - schéma elektrostatické filtrace	13
Obrázek 5 - technické řešení elektrostatické filtrační jednotky	13
Obrázek 6 - oblast použití elektrostatických filtračních jednotek.....	14
Obrázek 7 - schéma bezpečnostních prvku v továrnách	15
Obrázek 8 - Ochranné prvky	16
Obrázek 9 - rozložení filtrů v provozu	19
Obrázek 10 - Pohled na sekci strojů MS25	20
Obrázek 11 - pohled na sekci CNC soustruhů	20
Obrázek 12 - signalizace funkčnosti filtru	22
Obrázek 13 - znečištěný ionizátor v jednotce	22
Obrázek 14 - nový ionizátor připravený na instalaci	22
Obrázek 15 - znečištění kolektor.....	23
Obrázek 16 - nový kolektor nachystaný k výměně	23
Obrázek 17 – Vznos oleje do systému filtrace	24
Obrázek 18 - horizontální separátor pracovní schéma	25
Obrázek 19 - Separátor při dodání	25
Obrázek 20 - měřicí kola pro určení odloučeného oleje	26
Obrázek 21 - větev se separátorem	29
Obrázek 22 - výsledky měření	30
Obrázek 23 - měřicí větve pro tlakové měření.....	31
Obrázek 24 - princip Prantlovy trubice	32
Obrázek 25 - srovnání vnosů před a po instalaci separátoru	32
Obrázek 26 - Multifunkční měřicí přístroj Testo435 s Prantlovou trubicí.....	33

Seznam tabulek:

Tabulka 1 - Třídy filtrace a jejich stupeň odloučení v závislosti na velikosti částic.....	11
Tabulka 2 - Ceny servisu filtrace	21
Tabulka 3 - protokol měření odlučivosti oleje 1	27
Tabulka 4 - protokol měření odlučivosti oleje 2	28
Tabulka 5 - protokol pro měření rychlosti	34

1. Úvod

V úvodu bych vás rád seznámil s problémem, kterým se bude dále zabývat. Práce je věnována zlepšení kvality a čistoty vzduchu na výrobní dílně. Jedná se o filtraci odpadního vzduchu z obráběcích center. Hlavní problém s čistotou vzduchu zde vyvstává s nedostatečným dočištěním pomocí elektrostatických filtrů. Znečištěný vzduch má velký obsah oleje a rapidně snižuje celkovou životnost cyklu. Tím se zkracuje doba výměny filtračních jednotek a zvyšují se celkové náklady na provoz. Proto se budeme ubírat cestou, která by měla vést ke snížení nákladů a zlepšení pracovního prostředí zaměstnanců. Předběžně se bude jednat o dvě varianty, které by mohly vést k celkovému zlepšení.

Jednalo by se o návrh a úpravu jednotek pro centralizaci s předřazeným odlučovačem oleje. Pro řešení těchto odlučovačů by jsme mohli použít komerčně dodávané technologie, nebo by se navrhla varianta filtrace pomocí představených mechanických eliminátorů vlastního návrhu. Toto řešení by se opíralo o jednoduchou mechanickou odlučivost ve velkých separátorech

Další možnou cestou bude předimenzování filtračních jednotek na jednotlivých obráběcích centrech. K těmto jednotkám by se přidaly lokální předfiltrace oleje. Zde se mohou použít technologie které jsou volně v prodeji například jednotky řady FOX, nebo se zde může koncipovat nové řešení přesně pro dané filtry. Tímto řešením by jsme dosáhli dostatečně odloučeného vzduchu na vstupu do elektrostatických filtrů. Snížila by se jejich zatížitelnost a zvedla celková životnost.

2. Filtrace vzduchu

Znalosti o škodlivých koncentracích prachových a jiných látek nebezpečným pro lidský organismus měly za následek monitorování a zlepšování kvality vzduchu. Je nutné zajistit zdravotně nezávadné pracovní prostředí a určitý komfort. Vzduchové filtry se používají k čištění přiváděného vzduchu ve větracích a klimatizačních zařízeních. V současné době se čistí vzduch přiváděný do mnoha různých průmyslových procesů, k spalovacím motorům, turbogenerátorům atd., přiváděný a odpadní vzduch laboratoří a nemocnic, odpadní vzduch jaderných elektráren, spaloven tepláren a jiných technologických celků a čisticích zařízení. Tento pokrok má za následek zlepšování a zkvalitňování jak podmínek na pracovištích, tak prostředí domácího i životního.

Filtry se dělí do různých tříd: Filtry pro hrubý prach, filtry pro jemný prach, standardní aerosolové filtry a vysoce účinné aerosolové filtry. Toto rozdělení bere v úvahu různé materiály filtrů, a tedy nejrozumnější fyzikální účinky postupů odlučování částic. Kromě toho existují také adsorpční filtry, které se používají pro odlučování plynů a pachů, a elektrické filtry, které pracují na elektrostatickém principu. Tyto filtry mají největší účinnou odlučivost, ale používají se převážně pro technickou filtraci a musí mít mechanický předfiltr. Jak je možné vidět na obrázku 1., kde je zapojen elektrostatický filtr s předřazeným mechanickým odlučovačem oleje.[¹]



Obrázek 1 - zapojení Elektrostatické filtrace ve strojním provozu [²]

2.1 Parametry filtrů

Použití filtru je vždy omezeno jeho parametry, které se liší dle požadované konstrukce a projektového řešení. Tyto parametry jsou pak nadále rozděleny a specifikovány dle přesného druhu filtru a jeho výrobce. Obecně však platí, že hlavní parametry, které určují celkovou koncepci, se dají shrnout do několika málo skupin. Podrobné členění je obsaženo v příloze 1., kde jsou obsaženy doporučení pro použití různých skupin a tříd filtrace. Na příkladu běžných použití a typicky odlučovaných částic v těchto filtrech lze stanovit obvykle vhodnou třídu filtrace.

Výkon filtru

Výkonnostní parametry zjištěné pomocí nákladných zkušebních metod lze dosáhnout pouze při dodržení předepsaných provozních hodnot. Zejména u filtrů pro hrubý prach má rychlost vstupního proudění velký vliv na výkon odlučování, tj. na ukládání prachu a tedy také životnost. Jedná se o to, že účinnost filtrace závisí na stanovené rychlosti proudu vzduchu filtračním materiálem. Filtry pro jemný prach a aerosolové filtry si uchovají svůj stupeň účinnosti bez výraznějších změn i při větších odchylkách od jmenovitého zatížení.

Objemový tok filtrem

Objem zpracovávaného média je závislý na celkovém objemu, který chceme čistit. Tento parametr se odráží i ve výkonnostní charakteristice a ovlivňuje dále konstrukční parametry. Z hlediska rozměrů průtočných kanálů a dimenzování potrubí včetně tlakových ztrát.

Připojovací parametry

Připojovací parametry jsou závislé na celkovém výkonu filtru. Vycházejí z elektrických parametrů důležitých pro připojení a funkci aparátu. Převážně nám jsou udávány údaje o napětí, druhu proudu a celkovém příkonu. Někteří dodavatelé udávají i mechanické vlastnosti jako je třeba hmotnost, která nám slouží k návrhu nosné aparatury. Při velkých centrálních jednotkách, jsou pro nás tyto parametry důležité z hlediska nachystání vestaveb a infrastruktury pro připojení. Na obrázku 2. je snímek štítku z filtrační jednotky FOX IFS používaný pro odloučení olejů a pevných frakcí ze vzduchu. Jsou zde čitelné všechny zmíněné parametry jak pro připojení, tak i pro základní objemový návrh.

FOX IFS industrial filtration systems		CE	
Modello/Model	WS500	Matr/Serial	4243
Anno/Year	2008	I max [A]	1,15
Portata/Air Flow [m3/h]	500	Power [kW]	0,37
Massa/Weight [kg]	35	3~[V/Hz]	400/50
FOX I.F.S. srl Via Liguria 1- 24052 Azzano San Paolo - (BG) Italy Tel.(++39) 035 4243756 – www.foxifs.com			

Obrázek 2 - výrobní štítek filtru FOX FIS

Provozní parametry

Zde se zohledňuje hlavně pracovní teplota filtrovaného média. Dále pak velikost a poměr odlučovaných částic, ze kterých se počítá účinnost zařízení. Pro daná zařízení je navržena i maximální dostupná koncentrace nečistot dané frakce pro udržení stálé účinnosti. Tyto parametry a jejich závislosti jsou znázorněny v tabulce 1. Je zde vidět, že u jemných frakcí dosahujeme vyšších celkových účinností, ovšem pro filtraci menších frakcí je lepší předřadit filtr, který nám odloučí hrubé částice.

Tabulka 1 - Třídy filtrace a jejich stupeň odloučení v závislosti na velikosti částic

Skupina filtrů	ASHARE 52-76		Odlučivost / účinnost v % podle velikosti částic					
	Třída filtrace dle	Stupeň účinnosti %	velikost částic v μm					
			< 0,3	0,3 - 0,5	0,5 - 1	1 - 5	> 5	
Filtry pro filtraci hrubého prachu	G1	60	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0	~ 0	70
	G2	70	~ 10	~ 0	~ 0	~ 0	~ 10	80
	G3	85	~ 25	~ 0	~ 0	~ 0	~ 20	90
	G4	95	~ 35	~ 0	~ 5	~ 10	~ 35	95
Filtry pro filtraci jemného prachu	F5	~ 97	50	~ 10	20	30	65	98
	F6	~ 98	70	~ 15	30	50	80	99
	F7	> 98	83	~ 25	50	70	90	~ 100
	F8	> 99	92	~ 35	70	90	95	~ 100
	F9	~ 100	96	~ 50	80	95	98	~ 100

2.2 Principy filtrace

Základním principem filtrace je působení sil na pevné a kapalně částice procházející filtrem, tyto síly odchyľují částice z proudu plynu. Následně dochází ke střetu s materiálem filtru (např. vláknem) a tím k zachycení nečistot. Postupně dochází ke shlukování částic (koagulaci). Takto zkoagulované částice stékají do spodní části filtru, odkud odkapávají do tzv. klidové zóny na dně odlučovače. Odtud jsou pak vypouštěny ven z okruhu filtrace a dále je s nimi nakládáno dle druhu znečištění. V průmyslové filtraci vzduchy se povětšinou setkáme jen s některými způsoby filtrace. Jsou postaveny převážně na principu působení sil.

Základní druhy sil působící ve filtrech:

- gravitační síla;
- odstředivá síla;
- elektrostatická síla.

Dále se budeme zabírat jen principy používanými pro odlučování olejového aerosolu v průmyslové filtraci. Zde se úspěšně používají filtry několikastupňové s kombinací více prvků, jako je například mechanická filtrace kombinovaná s odstředivou. Může nastat i varianta, kde se používají jen elektrostatické filtry, nebo kombinace elektrostatické filtrace s předřazenou mechanickou, nebo odstředivou. Proto se budeme dále zabývat přímo příklady použití v průmyslové výrobě.

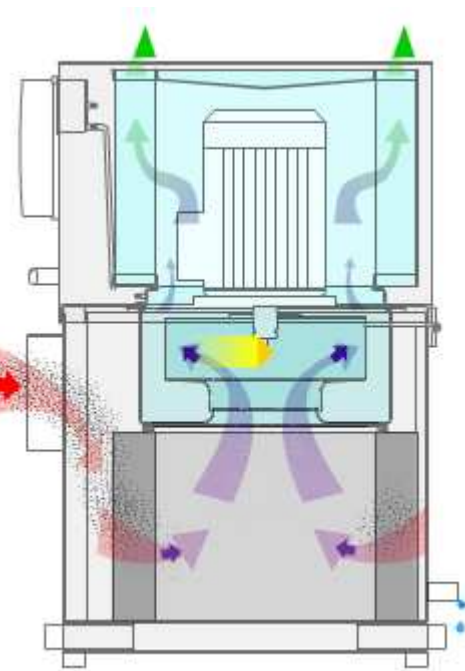
2.2.1 Filtrace olejové mlhy pomocí jednotky FOX

Jednotky FOX byly navrženy přímo pro filtraci olejové mlhy a pevných nečistot v podobě drobných třísek z obrábění. Po zkušenostech výrobce byly filtry upraveny a dnes využívají princip mechanické sedimentace a odstředění. Tato kombinace má za následek využití výhod obou systémů jako je jednoduchost konstrukce a malé výrobní náklady. Ovšem pro dosažení požadovaných parametrů výstupního vzduchu z filtračních jednotek se za jednotky řady FOX umísťují elektrostatické filtry. Tyto filtry zachycují ty nejjemnější frakce, ovšem o tomto principu se budeme bavit dále.

V praxi se používají jednotky založené na principu filtrace FOX i u jiných firem, ale základní princip je stejný. Toto řešení se opírá o několikastupňovou filtraci kombinovanou v jednu kompaktní jednotku. Zajištěním takto sofistikovaného řešení se dosáhlo větší kompaktnosti s dostatečně velkou filtrační kapacitou. Jak je vidět na obrázku 3. je filtrace rozdělena na tři základní stupně.

1. stupeň filtrace

Předfiltrace – mechanický filtr je řešení jako třívrstvý, spolehlivě zachytí mechanické částice jako špóny, piliny, třísky atd. Je zde dosažena filtrační účinnost 92%.



2. stupeň filtrace

Odstředivé odlučování – dokonale řešený odstředivý filtr odstředí drobné částice aerosolu. Dochází zde ke kontinuálnímu odvodu částic.

3. stupeň filtrace

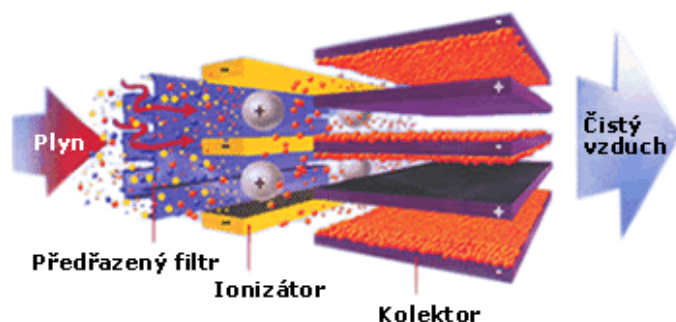
Filtrační vložka zajistí dokonalé dočištění vzduchu. Rozšířená filtrační plocha vyrobená ze skelného vlákna poskytuje průměrnou filtrační účinnost nad 99% (měřené podle normy AFNOR NFX 44-060). Těsnost je sledována tlakoměrem, který jasně ukazuje, kdy musí být kazeta vyměněna. Pro speciální aplikace je možnost instalovat další filtrační modul. Modul může obsahovat buď absolutní HEPA filtr H13 (99,95% MPPS podle EN 1822) pro odstranění suchého kouře nebo články aktivního uhlí pro eliminaci pachů.

Obrázek 3 - princip filtru FOX WS^[3]

2.2.2. Filtrace olejové mlhy pomocí elektrostatických filtrů

Elektrostatické filtry jsou zejména vhodné k zachycení mlhy z chladicích emulzí, olejové mlhy, kouře od svařování a dalších aerosolů. V těchto aplikacích mají vysokou účinnost bez nároků na likvidaci filtračních vložek se zachycenými škodlivinami. Například olejová mlha je u elektrofiltru zachycena na deskách filtračního systému a olej je možno vrátet rovnou zpět do technologického procesu. Tímto můžeme výrazně snižovat provozní náklady. Tento způsob filtrace je určen zejména pro obráběcí a tvářecí stroje, kalírny, svářečí pracoviště a do potrubních vzduchotechnických systémů.

Filtraci zajišťuje účinný filtrační systém, jehož základem je elektrostatický filtr. Aerosol prochází nejprve mechanickým předfiltrem, dále ionizačním a kolektorovým dílem a nakonec dalším mechanickým filtrem jak je patrné ze schématu na obrázku 4. Kompaktní elektrofiltr pro průtoky 1000-2500 m³/h se skládá z elektrostatického filtru vzduchu, ventilátoru a vstupního přechodového dílu. Tímto krokem se nám zjednoduší instalace díky kompaktnosti zařízení. Jak je vidět na obrázku 5. jsou zde i prvky k připojení do potrubního systému.



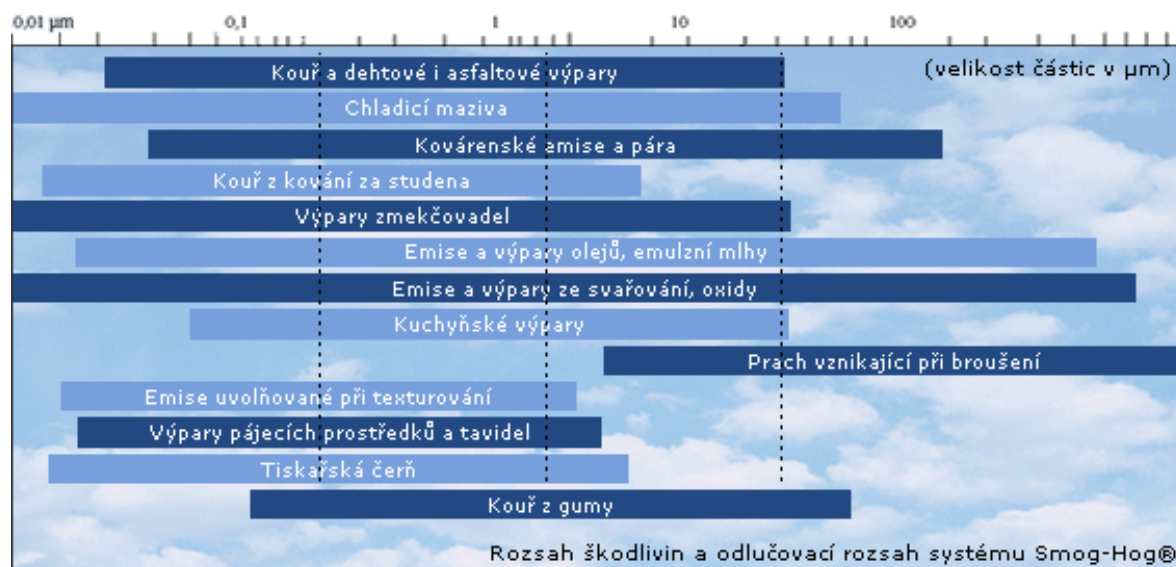
Obrázek 4 - schéma elektrostatické filtrace^[4]



Obrázek 5 - technické řešení elektrostatické filtrační jednotky

Výhody elektrostatických filtrů

1. Vysoký odlučovací výkon (96 - 99%) je zaručen i pro částice o velikosti v řádu nanometrů
2. Kolektorové desky je možné vyčistit a znovu použít (zamezení vzniku odpadu)
3. nízká spotřeba energie díky nižším tlakovým ztrátám ve srovnání s mechanickými odlučovací olejové mlhy (úspora nákladů na elektřinu)
4. Možnost provozu s cirkulací vyčištěného vzduchu (úspora nákladů na vytápění)
5. Nízké emise hluku (není zapotřebí žádná doplňková protihluková ochrana)
6. Snadná údržba díky inspekčním dvířkám a montážním lištám pro snadnou výměnu komponent
7. Modulární konstrukce a flexibilní design zaručují snadnou přestavbu a montáž příslušenství
8. Pro vysoce znečištěný odpadní vzduch jsou k dispozici víceústupňové koncepty (dvou- nebo tříústupňové)
9. Vhodné pro dlouhodobý provoz



Obrázek 6 - oblast použití elektrostatických filtračních jednotek

3. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Zákonem je stanoveno, že zaměstnavatel je povinen zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci s ohledem na rizika možného ohrožení jejich života a zdraví, která se týkají výkonu práce. Péče o bezpečnost a ochranu zdraví při práci uložená zaměstnavateli Zákoníkem práce nebo zvláštními právními předpisy je nedílnou a rovnocennou součástí pracovních povinností vedoucích zaměstnanců na všech stupních řízení v rozsahu pracovních míst, která zastávají. Tudiž dnešní trendy v pracovní politice směřují k vytvoření co nejlepších a nejbezpečnějších pracovních podmínek.

Dále je zákonem stanoveno, že veškeré náklady spojené se zajišťováním bezpečnosti a ochrany zdraví při práci hradí zaměstnavatel. Výslovně je určeno, že tyto náklady nesmějí být přenášeny přímo ani nepřímo na zaměstnance.

Zaměstnavatel musí vytvářet bezpečné a zdraví neohrožující pracovní prostředí a pracovní podmínky vhodnou organizací bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a přijímáním opatření k předcházení rizikům.



Obrázek 7 - schéma bezpečnostních prvků v továrnách

Touto prevencí rizik se rozumí všechna opatření vyplývající z právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a z opatření zaměstnavatele, která mají za cíl předcházet rizikům, odstraňovat je, nebo minimalizovat působení neodstranitelných rizik. Zaměstnavatel je povinen soustavně vyhledávat nebezpečné činitele a procesy pracovního prostředí a pracovních podmínek, zjišťovat jejich příčiny a zdroje. Na základě tohoto zjištění vyhledávat a hodnotit rizika a přijímat opatření k jejich odstranění a provádět taková opatření, aby v důsledku příznivějších pracovních podmínek a úrovně rozhodujících faktorů práce dosud zařazené podle zvláštního právního předpisu jako rizikové mohly být zařazeny do kategorie nižší. K tomu musí pravidelně kontrolovat úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zejména stav výrobních a pracovních prostředků, vybavení pracovišť a úroveň rizikových faktorů pracovních podmínek, dodržovat metody, způsob zjištění a hodnocení rizikových faktorů podle prováděcího právního předpisu. Zaměstnavatel je povinen zajistit a určit podle druhu činnosti a velikosti pracoviště potřebný počet zaměstnanců, kteří organizují poskytnutí první pomoci, zajišťují přivolání zejména zdravotnické záchranné služby, Hasičského záchranného sboru České republiky, Policie České republiky a organizují evakuaci zaměstnanců. Zaměstnavatel musí navíc zajistit ve spolupráci se zařízením poskytujícími pracovní lékařskou péči jejich vyškolení a vybavení v rozsahu odpovídajícím rizikům vyskytujícím se na pracovišti.

Trendy směřují k větším investičním nákladům. Důsledek je jednoduchý a snadno prokazatelný. Z hlediska právní ochrany před možnými postihy vyvolanými ze strany zaměstnanců si vedoucí orgány uvědomují, že peníze vložené do bezpečnosti práce jsou mnohem menší, než možné soudní náklady vyplacení pojišťovně za úrazy vniklé na pracovišti.

Zákon specifikuje všeobecné preventivní zásady:[⁵]

- Omezování vzniku rizik.
- Odstraňování rizik u zdroje jejich původu.
- Přizpůsobování pracovních podmínek potřebám zaměstnanců s cílem omezení působení negativních vlivů práce na jejich zdraví.
- Nahrazování fyzicky namáhavých prací novými technologickými a pracovními postupy.
- Nahrazování nebezpečných technologií, výrobních a pracovních prostředků, surovin a materiálů méně nebezpečnými nebo méně rizikovými, v souladu s vývojem nejnovějších poznatků vědy a techniky.
- Omezování počtu zaměstnanců vystavených působení rizikových faktorů pracovních podmínek překračujících nejvyšší hygienické limity a dalších rizik na nejnižší počet nutný pro zajištění provozu.
- Plánování při provádění prevence rizik s využitím techniky, organizace práce, pracovních podmínek, sociálních vztahů a vlivu pracovního prostředí.
- Přednostní uplatňování prostředků kolektivní ochrany před riziky oproti prostředkům individuální ochrany.
- Provádění opatření směřujících k omezování úniku škodlivin ze strojů a zařízení.
- Udílení vhodných pokynů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Při nedodržení zákonných předpisů a bezpečnosti práce je zaměstnavatel povinen nahradit škody za pracovní úraz a další následky škod. V případě závažnějších důsledků i postihnouti za trestné činy. Proto je nutné zákon respektovat a snažit se splňovat podmínky jím předepsané. Přesnější specifikace a znění zákona je obsaženo v příloze 4. Bezpečnost práce a hygiena – základní práva a povinnosti zaměstnavatele.



Obrázek 8 - Ochranné prvky

4. Cíle diplomové práce

Cílem diplomové práce je navrhnout řešení pro zlepšení pracovního prostředí na hale strojního provozu s třískovými obráběcími automaty. Zhodnotit možnosti užití a vlastnosti centralizovaných filtračních jednotek se zaměřením na elektrostatické filtry s předsazenými mechanickými odlučovacími prvky. Dále pak návrh celkového objemového toku jednotkou a technicko-ekonomické hodnocení zvolených řešení a jejich rentabilita.

5. Popis provozu

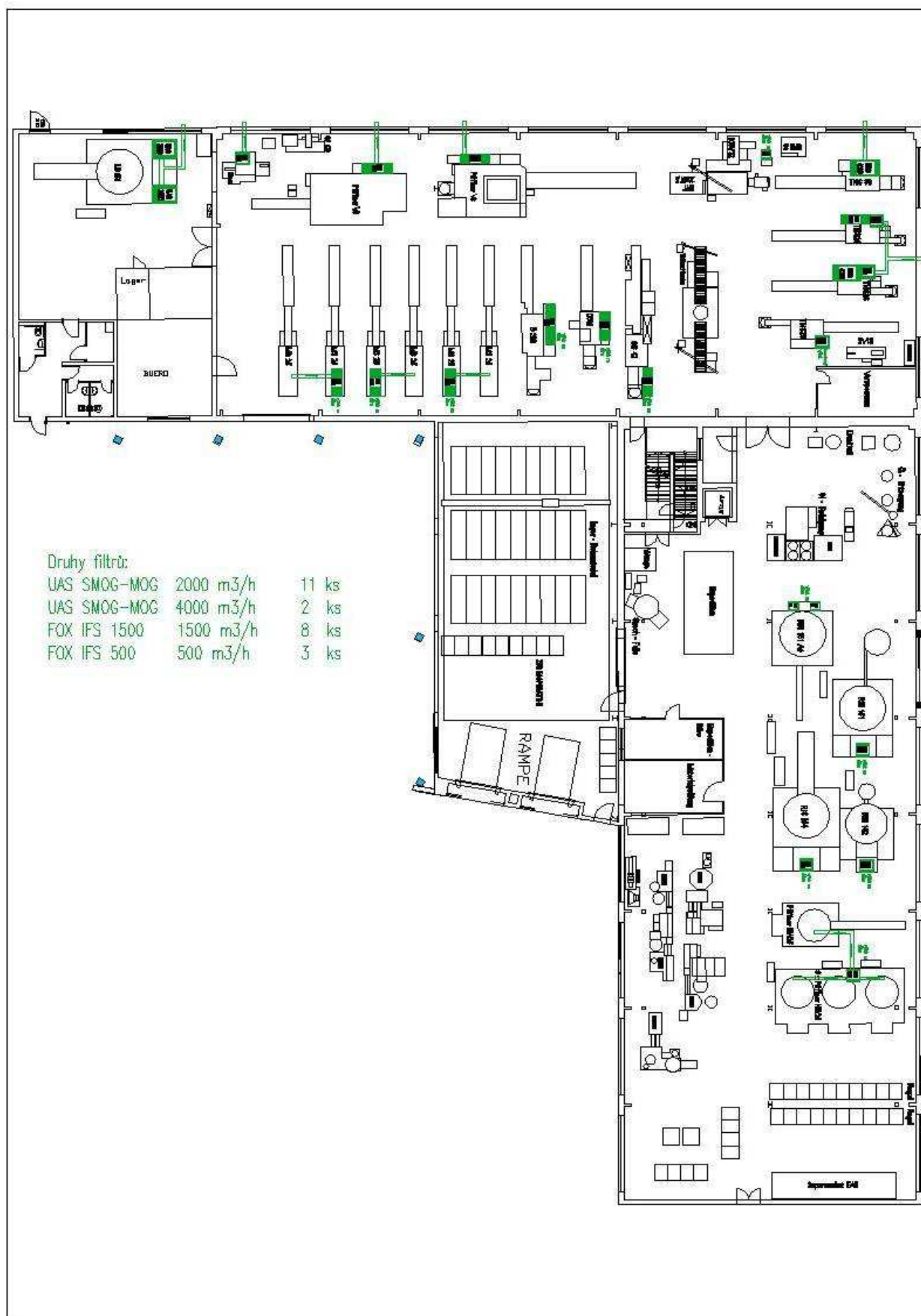
5.1. Stávající stav

Při stávajícím provozu obráběcích center – jedná se o třísměnný provoz konvenčního třískového obrábění. Dochází k velmi rychlému zanášení filtračních jednotek. Markantní nárůst je viditelný u jednotek, kde jsou použity elektrostatické filtry. Ty jsou sice dimenzovány na správné objemové toky, ale je zde obsaženo mnohem více nečistot, než je přijatelná hranice pro dlouhodobé účinné čištění. Proto dochází ještě před standardní plánovanou výměnnou k zanášení filtru. Tento filtr pak nepracuje správně a zhoršuje pracovní prostředí na dílně. Dochází ke znečištění vzduchu olejovou mlhou, která se dále usazuje i do pracovních prostor na výrobní hale. Na podlaze a dalších manipulačních plochách jsou olejové filmy, které zhoršují bezpečnostní vlastnosti pracovního prostředí. U mechanických filtrů založených na filtračních tkaninách jsou problémy s kvalitou filtrovaného vzduchu. Takto přefiltrovaný vzduch má i po filtraci velký poměrný obsah oleje. Filtrovaný aerosol ovlivňuje negativním způsobem pracovní podmínky filtrů, ty pak neplní 100% svoji funkci a snižuje se jejich životnost. Uvedeno na příkladu elektrostatického filtru.

5.2. Rozložení filtrů a jejich vlastnosti

Aktuální rozložení strojů a filtračních jednotek je vidět na obrázku 9. kde je schématické zobrazení výrobní haly tak na obrázku 10.,11., jsou vyfoceny problémové sekce filtračních jednotek. Přehledněji je rozložení zobrazeno na výkresu Layoutu Filtrace, který je obsažen v příloze č.2. Dle tohoto schématu je zřejmé, že hustota rozložení je velká a jsou zde velké objemové obsahy odpadního vzduchu. Proto je markantní zhoršení pracovního prostředí ihned viditelné a monitorovatelné. Zhoršení nastane při zanášení filtrační aparatury, proto musíme snížit počet aparatur nebo objemové množství oleje procházejícího filtračními jednotkami.

Veškeré stroje jsou osazeny filtračním zařízením povětšinou elektrostatické filtry nebo samostatné filtrační kolony systému FOX. Zde dochází k velkému zanášení a rapidnímu snížení účinnosti a celkové životnosti. Tento fakt zvyšuje náklady na provoz a celkové režijní náklady které se rozkládají do ceny výrobků. Proto je tendence náklady tohoto typu snížit na co nejmenší částky.



Obrázek 9 - rozložení filtrů v provozu



Obrázek 10 - Pohled na sekci strojů MS25

Na těchto fotografiích jsou zachyceny problematické sekce strojů, kde dochází k výfuku filtrovaného vzduchu zpět do prostoru haly. Jedná se o sekci vícevřetenových obráběcích automatů Index MS25 a dále pak o sekci tří CNC obráběcích center. Z obou pohledů je patrné, že se jedná celkem o 6 filtračních jednotek.



Obrázek 11 - pohled na sekci CNC soustruhů

6. Servis filtrace

Jako každé zařízení potřebují i filtrační jednotky pravidelné servisy a výměny separačních částí. Tímto krokem se zaručuje dodržení maximální účinnosti odlučivosti filtru. Tyto parametry jsou důležité z hlediska dodržení správného pracovního prostředí.

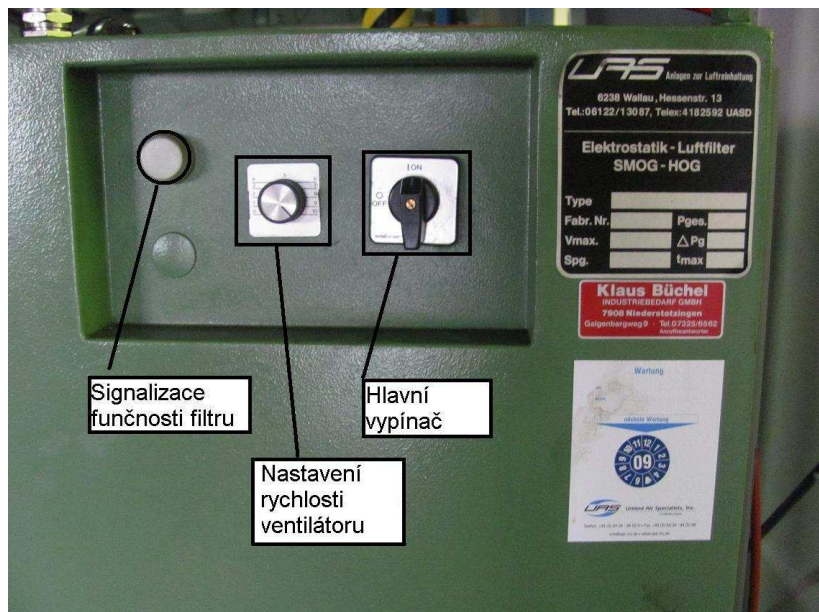
Základní servis filtrace je prováděn přímo ve firmě místními zaměstnanci. Jedná se převážně o menší opravy elektroinstalace a základní výměny filtračních částí na mechanických filtrech typu FOX. Elektrostatické jednotky UAS jsou při svých servisních intervalech spravovány autorizovanými technikami. Zde jsou nastaveny servisní intervaly dle zanešení filtračních jednotek a jejich provozu a stupně zatížení. Přesné intervaly nejsou určeny, ale pro náš daný provoz se u těchto jednotek pohybují mezi 4-6 měsíci. Náklady pro čištění a servis nejsou zanedbatelné a je nutné filtry sledovat a při signalizaci nefunkčnosti filtrace ihned zajistit požadovaný servis. Pokud se takto nestane dojde k relativně rychlému znečištění pracovního prostředí.

Na obrázku 12 je zobrazen a popsán hlavní panel jednotky. Signalizace zobrazuje stav, když je filtr v provozu nebo je v poruše. Tento poruchový stav může být zapříčiněn několika hlavními důvody, které mohou vést k servisu zařízení. Zobrazení poruchy je jednoduše provedeno kontrolkou, která při správném provozu svítí a při indikaci jakékoliv poruchy zhasne. Pověštinou se jedná o tyto možné příčiny:

1. Spálila se žárovka v kontrolce.
2. Jednotce přestala fungovat elektronická část
– možnost nefunkčnosti řídicí jednotky.
3. Jednotce přestal fungovat ionizátor.
- zapříčiněno vadou elektroinstalace nebo spálením pojistky.
4. Kolektory nebo ionizátory jsou v jednotce znečištěny viz obrázky 13.,14.,15.,16.
- Je zde viditelná vrstva zapečených usazenin, které znemožňují následné separace a dojde tak k rapidnímu poklesu účinnosti. Tento problém vyžaduje autorizovaný servis zařízení a jeho cena se pohybuje v řádech několika tisíc korun. Ceny jsou pro porovnání uvedeny v Tabulce 2, která je aktualizována dle faktur z roku 2010.

Tabulka 2 - Ceny servisu filtrace

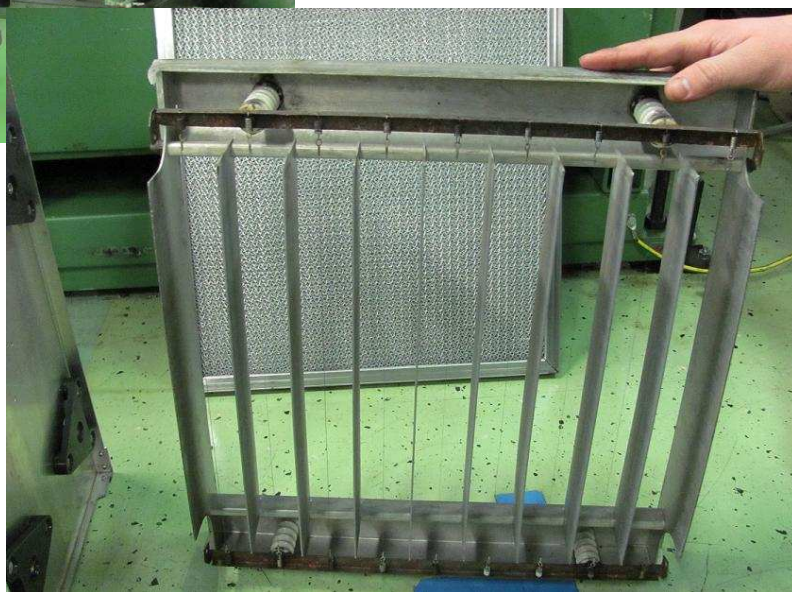
Ceny pro servis Filtračních jednotek UAS SH-2000			
činnost	cena Eur	cena Kč	
Čištění jednotky	69,5	1807	
Údržba jednotky	59	1534	
Režijní náklady	231	6006	
Celkem	359,5	9347	Náklady na servis jedné jednotky



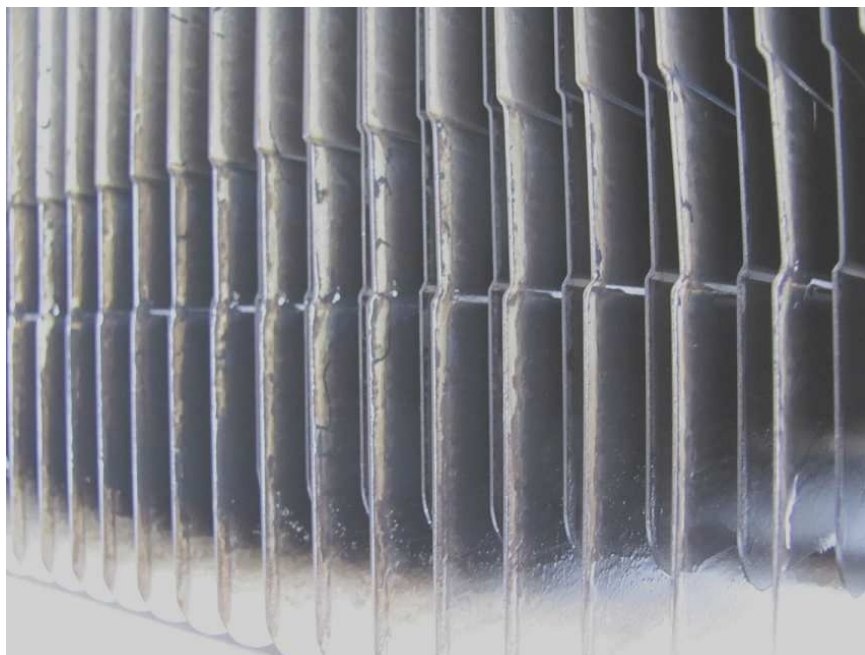
Obrázek 12 - signalizace funkčnosti filtru



Obrázek 13 - znečištěný ionizátor v jednotce



Obrázek 14 - nový ionizátor připravený na instalaci



Obrázek 15 - znečištění kolektor

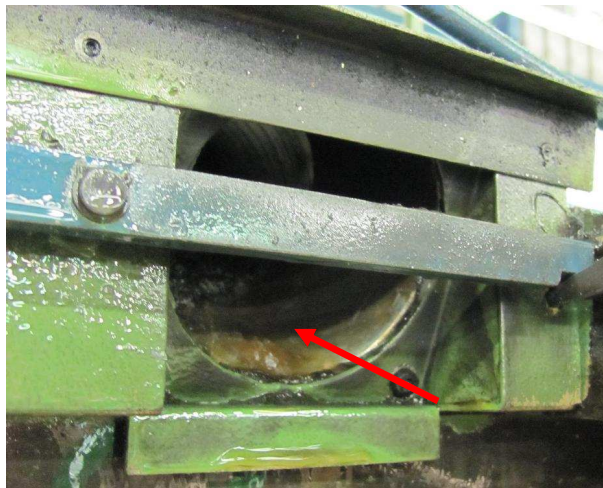
Na předchozím obrázku je velice pěkně viditelná vrstva nánosů, která vzniká při zanášení filtru. Napečení oleje na kolektor má velice negativní vliv na životnost a účinnost filtru.



Obrázek 16 - nový kolektor nachystaný k výměně

7. Návrh řešení problémů

Problém velkých objemových toků nečistot do filtrů můžeme řešit několika způsoby. Jako první způsob je zvolena eliminace množství oleje. Zde můžeme dosáhnout odloučení největší části olejové složky, které je unášena proudem vzduchu do filtračních jednotek. Jak je patrné z obrázku 16. je zde velká část oleje unášena do potrubí. Olej, který je ve vzhledu podstatnou měrou zhoršuje celkovou koncentraci média proudícího přes filtr. Proto bychom měli co nejvíce oleje eliminovat. Tímto bychom dokázali snížit celkovou zatížitelnost filtrů a tím zvýšit jejich životnost.



Obrázek 17 – Vznos oleje do systému filtrace

Je volen způsob separace pomocí představených eliminátorů, které mají unášený olej pomocí labyrintového tvaru zachytit a odloučit. Vlastní konstrukci se budeme věnovat v další podkapitole.

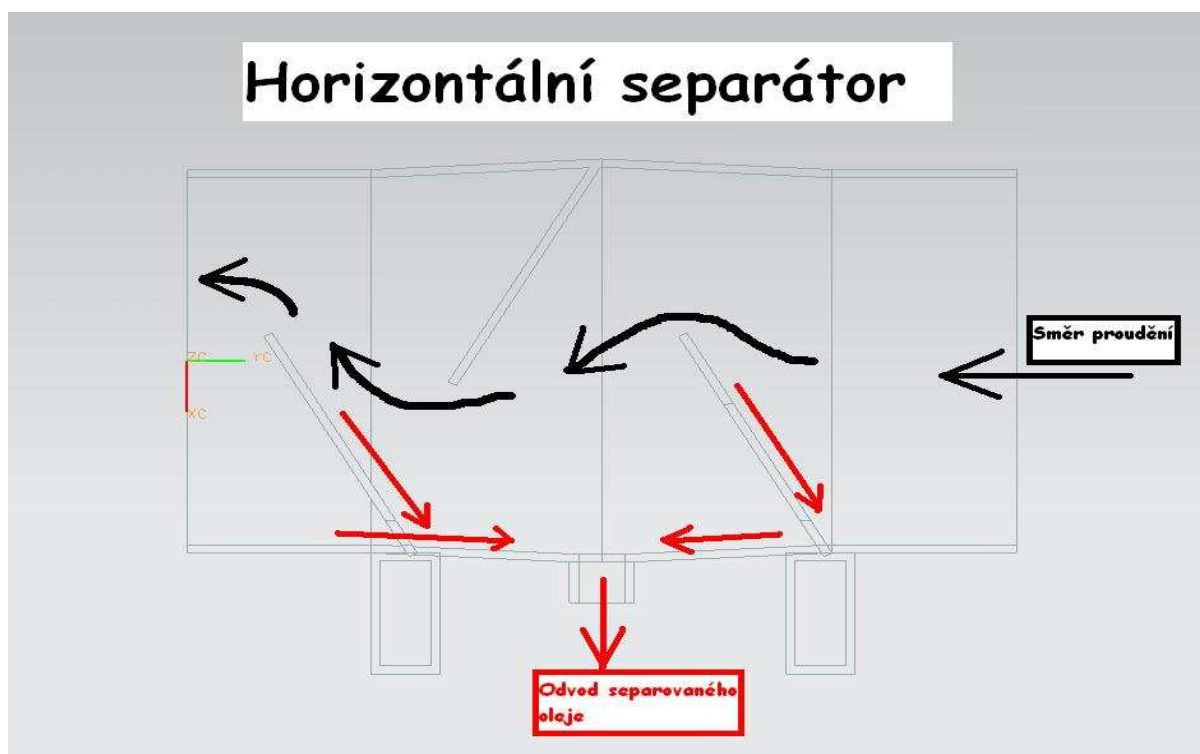
7.1. Vlastní konstrukce eliminátoru

Z předchozích řádek je patrné, že se bude jednat o eliminátor s labyrintovou konstrukcí, která má za úkol odloučit přebytečný olej. Takto bychom docílili kladného výsledku. Musíme proto nastavit klapky v eliminátoru tak, aby nedocházelo k velké tlakové ztrátě, ale byli jsme schopni separovat olej na jejich povrchu. Jako příloha 3. je přiložena výrobní výkresová dokumentace k horizontálnímu separátoru. Na obrázku 17. je znázorněn princip proudění v eliminátoru.

Základní předpoklad je takový, že by mělo být separováno na prvním stupni nejvíce oleje. Ten co bude stékat do spodní části konstrukce bude odváděn centrálním nátrubkem do odvodní hadice. Do tohoto nátrubku jsou samospádem svedeny všechny ostatní separační plochy. Tudíž je to přímý odběr separovaného oleje. Ovšem může zde dojít ke vznosu usazených kapek při proudění skrze odvodní otvory. Tento problém může v důsledku znehodnotit veškerá měření, proto si na něj musíme dávat pozor. Proto je opatřen separátor třemi klapkami, které se vzájemně překrývají, aby zde nedocházelo k přímému proudění. Zamezíme tím přímému proudění přes odvodní otvory.

Celá konstrukce je volena co nejjednodušší z hlediska vyrobitelnosti a našich technologických možností. Jedná se o skružený pozinkovaný ocelový plech složený ze čtyř segmentů, které jsou obvodově spojeny pájkou. Tím máme dosaženou těsnost. Klapky jsou do konstrukce naletovány z vnitřní strany konstrukce. Jsou rovněž utěsněny pájkou. Konzolové nožky jsou zde z důvodů montážního uchycení a možnosti výškového nastavení zařízení dle aktuální montážní polohy. Celkové rozměry byly navrženy tak, abychom byli schopni je bez problému zařadit do stávajícího potrubí vzduchotechniky. Připojovací rozměr byl volen pro převlečení hliníkové připojovací trubky o průměru 100mm. Těsnost spoje je zajištěna stahovací SK-páskou.

Samotná výroba byla provedena v externí firmě, výroba a dodání mnělo proběhnout do 10 pracovních dnů. Ovšem z hlediska potíží vyskytlých ve výrobě byly kusy dodány s 10 zpožděním. Tento fakt nám následně odsunul měření odlučivosti a protáhl celý experiment, který bude rozebrán v dalších kapitolách. I přes zdržení dodání byla cena příznivá, za jeden horizontální separátor bylo účtováno cca 750 Kč včetně DPH. Jelikož jsme potřebovali na požadovaný test dva kusy cena se vyšplhala na 1500 Kč. Na obrázku 16 jsou vyrobené separátory hned při dodání.



Obrázek 18 - horizontální separátor pracovní schéma



Obrázek 19 - Separátor při dodání

7.2 Experimentální měření odlučivosti

Provedení experimentu proběhl za plného výrobního provozu. Z tohoto hlediska byl velký problém ho zrealizovat. Musely se zajistit adekvátní podmínky pro měření, a jelikož měření probíhalo několik dní, byla zde velice důležitá domluva s mistrem výroby. Vzhledem k tomu, že bylo nutné zajistit podobnou výrobu na všech měřených strojích. Tato nutnost byla jako hlavní element k adekvátnosti měření z hlediska rozstříku oleje v obráběcím prostoru. Tento rozstřík se liší dle obráběné součásti, zde záleží na parametrech pro vrtání, upichování nebo závitování a celkové rychlosti obrábění která je dána materiálem výrobku.

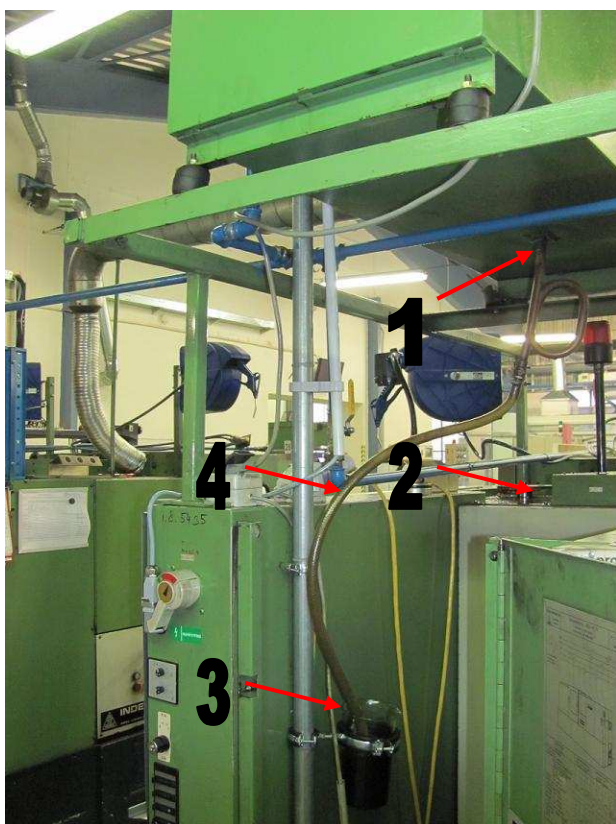
Měření bylo prováděno na dvou strojích Index MS 25, které jsou zapojeny napřímo do jednoho elektrostatického filtru UAS SH-2000. Po celou dobu měření jsou oba dva stroje v provozu a filtr nastaven na základních parametrech. Celý průběh byl rozdělen na dvě etapy:

1. naměření odlučivosti na větvích bez separátorů – viz tabulka 3.
2. naměření odlučivosti na větvích se separátorem zasazeným ve filtračním okruhu – viz tabulka 4.

Detailní měření proběhlo tak, že na vývodu separovaného oleje z UAS filtru vytvoříme měřicí stanici. Jedná se o jednoduchý odvod oleje do odměrného válce, který je po celých 6 hodin, kdy měření probíhá, monitorován a naměřený olej odečítán a zapisován do protokolů.

Měření je založeno na základním faktu, že filtry mají 95 procentní a vyšší hodnoty odlučivosti. Proto veškerý olej separovaný přímo v jednotce je odveden odtokem ve dně jednotky. Toto množství se pak dále srovná s množstvím, které bude naměřeno při instalovaném separátoru. Postup měření po krocích:

1. Odšroubování hadice z ústí hrdla stroje (zde je vratka z filtrační jednotky).
2. Okap přebytečného oleje, který byl usazen z předchozího odlučování, jež nebylo měřeno.
3. Nainstalování odměrného válce.
4. Průběžné monitorování obsahu válce a zapisování množství do protokolu.
5. Po skončení měření se hadice napojí zpátky do stroje a odejme se odměrný válec.



Olej je veden hadicí a přichycen SK-páskou napevno na filtrační jednotce. Jak je patrné na obrázku 20. Byl použit velký 800ml odměrný válec, který měl dle původních předpokladů stačit na celé měření. Ovšem dle měřicích protokolů je zřejmé, že objem musel být v průběhu přeléván, odměřován v menších válcích a zapisován.

Obrázek 20 - měřicí kola pro určení odloučeného oleje

Popis obrázku: 1-odtok z UAS jednotky, 2-přívod separátu do stroje, 3-odměrný válec, 4-přívodní hadice

Tabulka 3 - protokol měření odlučivosti oleje 1

Protokol pro měření odlučivosti oleje

Měřená jednotka:	Elektrostatický filtr UAS				Stroj:	Index MS25			
Měřil:	Stanislav Štefánek				Doba měření		6 hodin		
1.			množství		datum		průběh		poznámky
	začátek	7:30	790		3.4.2011		8:30	600	
			800				9:00	800	
			630				11:30	1600	
	konec	13:30	celkem:	2220			13:30	2230	
2.			množství		datum		průběh		poznámky
	začátek	6:00	620		4.3.2011		8:40	620	
			890				10:40	1510	
			430				12:00	1910	
	konec	12:00	celkem:	1940					
3.			množství		datum		průběh		poznámky
	začátek	6:30	730		7.4.2011		8:30	730	
			740				10:30	1470	
			630				12:30	2100	
	konec	12:30	celkem:	2100					
4.			množství		datum		průběh		poznámky
	začátek	6:00	720		8.4.2011		8:30	720	
			760				10:20	1480	
			650				12:00	2130	
	konec	12:00	celkem:	2130					
5.			množství		datum		průběh		poznámky
	začátek	6:30	700		10.4.2011		8:10	700	
			800				10:50	1500	
			580				12:30	2080	
	konec	12:30	celkem:	2080					
6.			množství		datum		průběh		poznámky
	začátek	6:30	740		11.4.2011		8:20	740	
			780				11:00	1520	
			490				12:30	2010	
	konec	12:30	celkem:	2010					

Filtrace zapojena běžným způsobem.

V protokole jsou obsaženy veškeré údaje spojené s měřením, doba měření, četnost měření

Tabulka 4 - protokol měření odlučivosti oleje 2

Protokol pro měření odlučivosti oleje									
Měřená jednotka:		Elektrostatický filtr UAS				Stroj:		Index MS25	
Měřil:		Stanislav Štefánek				Doba měření		6 hodin	
1.			množství		datum		průběh		poznámky
	začátek	6:00	10		16.4.2011	10:00	10		
			15			12:00	25		
	konec	12:00							
			celkem:	25					
2.			množství			datum		průběh	
	začátek	12:00	15		16.4.2011	15:20	15		
			15			18:00	30		
	konec	18:00							
			celkem:	30					
3.			množství			datum		průběh	
	začátek	6:00	10		17.4.2011	9:30	10		
			25			12:00	35		
	konec	12:00							
			celkem:	35					
4.			množství			datum		průběh	
	začátek	12:00	15		17.4.2011	14:40	15		
			15			18:00	30		
	konec	18:00							
			celkem:	30					
5.			množství			datum		průběh	
	začátek	6:30	15		18.4.2011	10:30	15		
			10			12:30	25		
	konec	12:30							
			celkem:	25					
6.			množství			datum		průběh	
	začátek	6:30	10		21.4.2011	11:00	10		
			10			12:30	20		
	konec	12:30							
			celkem:	20					

Do filtrace připojen horizontální eliminátor, před vstupem do elektrostatického filtru

Měření odlučivosti v druhé etapě, kde byl do měřicího okruhu instalován horizontální separátor, probíhalo velice obdobně jako měření v etapě jedna. Ovšem s rozdílem, že olej ze separátoru byl odváděn přímo do měřících nádob a objemy byly sečteny. Obrázek 21 znázorňuje zapojení celé větve a označuje odběry separovaného oleje. Ty jsou pak následně měřeny a zapisovány do protokolů. Měření dále probíhalo analogicky dle etapy 1.

Ovšem u etapy 2 nebylo naměřeno žádné odloučení oleje ze separátoru. Tudíž nic neprocházelo odvodovou hadicí ven. Veškerý, olej který byl měřen byl zachycen v hlavní nádobce podobně jako na etapě 1. K tomuto faktu se přidalo velké zvýšení odlučivosti a bylo jasné že systém napracuje tak, jak by měl. Proto se zvolilo ještě jedno kontrolní měření viz další kapitola.



Obrázek 21 - větev se separátorem

Popis obrázku: 1-horizontální separátor, 2-odvod separátu do odměrného válce z separátoru, 3- odvod separátu do odměrného válce z UAS filtrační jednotky,

7.3 Vyhodnocení měření odlučivosti

Hodnocení úspěšnosti měření bylo závislé na objemech separovaného oleje. Zde se zprůměrnuje poměrná odlučivost za dobu šesti hodin. A následné porovnání hodnot nám dá celkový obrázek o účinnosti a funkčnosti separátorů. Tímto faktem bychom zaručili větší separaci oleje na stupni před vstupem do filtrační jednotky UAS. Proto by se nám snížilo zatížení filtrační jednotky a dále bychom se mohli bavit o zvýšení její provozní životnosti, což by vedlo ke snížení režijních nákladů na filtrační aparatury.

Při porovnání hodnot vyšel výsledek velice zajímavě a to tak, že odlučivost se zvedla 76x oproti běžnému způsobu. Poměr je dán průměrnou hodnotou separace v první etapě měření, která vyšla 2080 ml za 6 hodin, ku poměru s hodnotou naměřenou na druhé etapě separace, která vyšla 28 ml také za 6 hodin. V grafu na obrázku 22 je vše graficky znázorněno. Je zde patrný odskok mezi oběma etapami. Tento výsledek je pro nás velice příznivý, ovšem nečekaně velká difference není moc realistická. Dle střízlivých předpokladů se počítalo se zvýšením odlučivosti maximálně v řádech desítek procent. Tento výsledek však několikanásobně překračuje předpokládané parametry. Z tohoto hlediska by bylo dobré následné výsledky ověřit nezávislým měřením, které by je nám potvrdilo nebo vyvrátilo.

Ověřovací měření je postaveno na teorii tlakových ztrát. Tento poznatek se opírá o předpoklad, že rychlost oleje proudícího do systému klesla. Tudíž nebude docházet ke vzhledu oleje ve vstupním potrubí, jak bylo vidět na obrázku 16. Vše se bude fungovat na tlakové ztrátě, která nám ovlivňuje rychlosti proudění, jak je patrné z následujícího vzorce. Tlaková ztráta je závislá na rychlosti proudění, hustotě média a místním odporu. Proto bude nutné změřit tlakovou ztrátu a rychlosti proudění v okruhu.

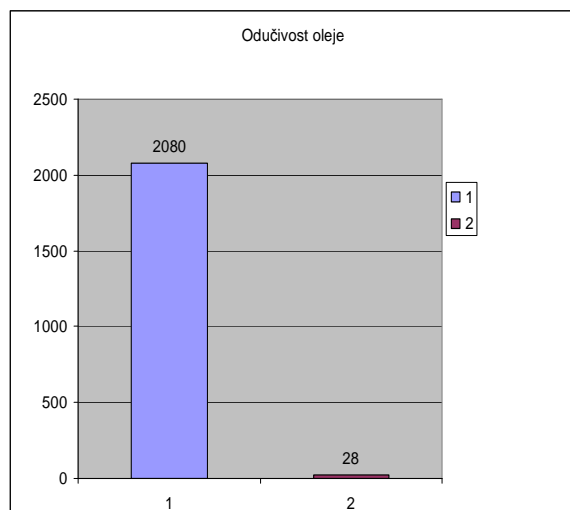
$$\Delta p = \xi \cdot (w^2 / 2) \cdot \rho$$

Δp ... tlaková ztráta [Pa]

ξ součinitel místního odporu [-]

w rychlost proudění [m/s]

ρ hustota média [kg/m³]



Obrázek 22 - výsledky měření

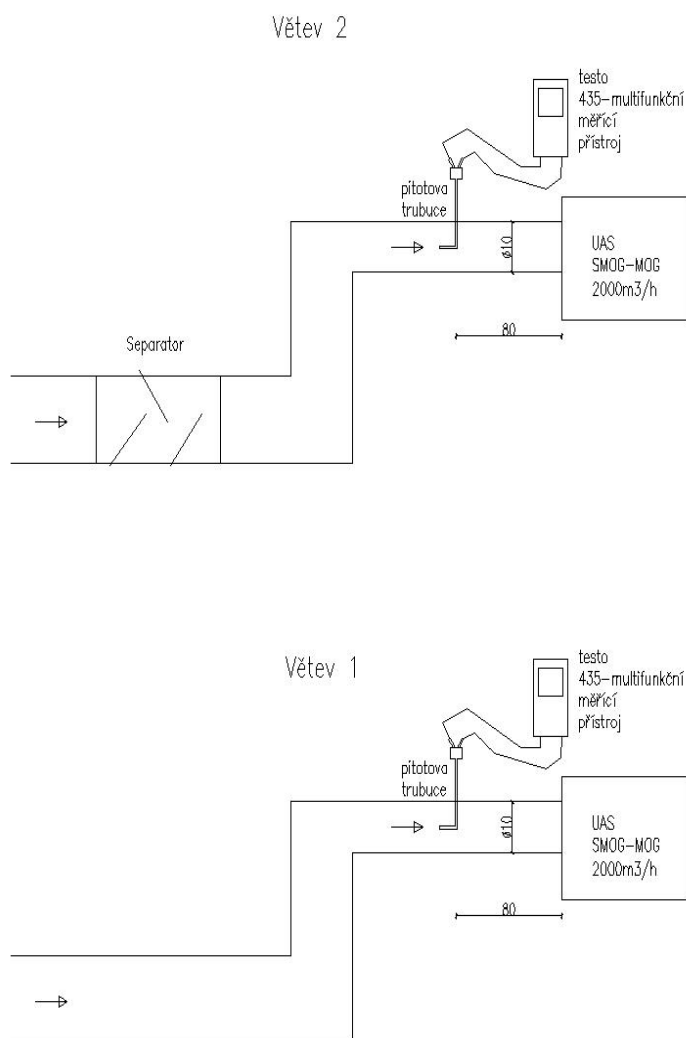
7.3.1 Ověřovací měření

Principiálně se bude jednat o srovnávací měření na dvou stejných větvích. Tento důvod byl volen z hlediska nedostatečné technologie pro přesné změření a zjištění místních odporů u separátorové armatury. Jelikož nejsou dostupné informace pro měření aerosolu vzduchu s olejem. Tudíž jsme se museli vyhnout přímé metodě měření a použít srovnávacím měření na dvou stejných větvích. Sestavené větve jsou stejné, jedná se o dvě naprosto stejné větve s jediným pouhým rozdílem. Byl odinstalován separátor a větev zapojena do původního stavu.

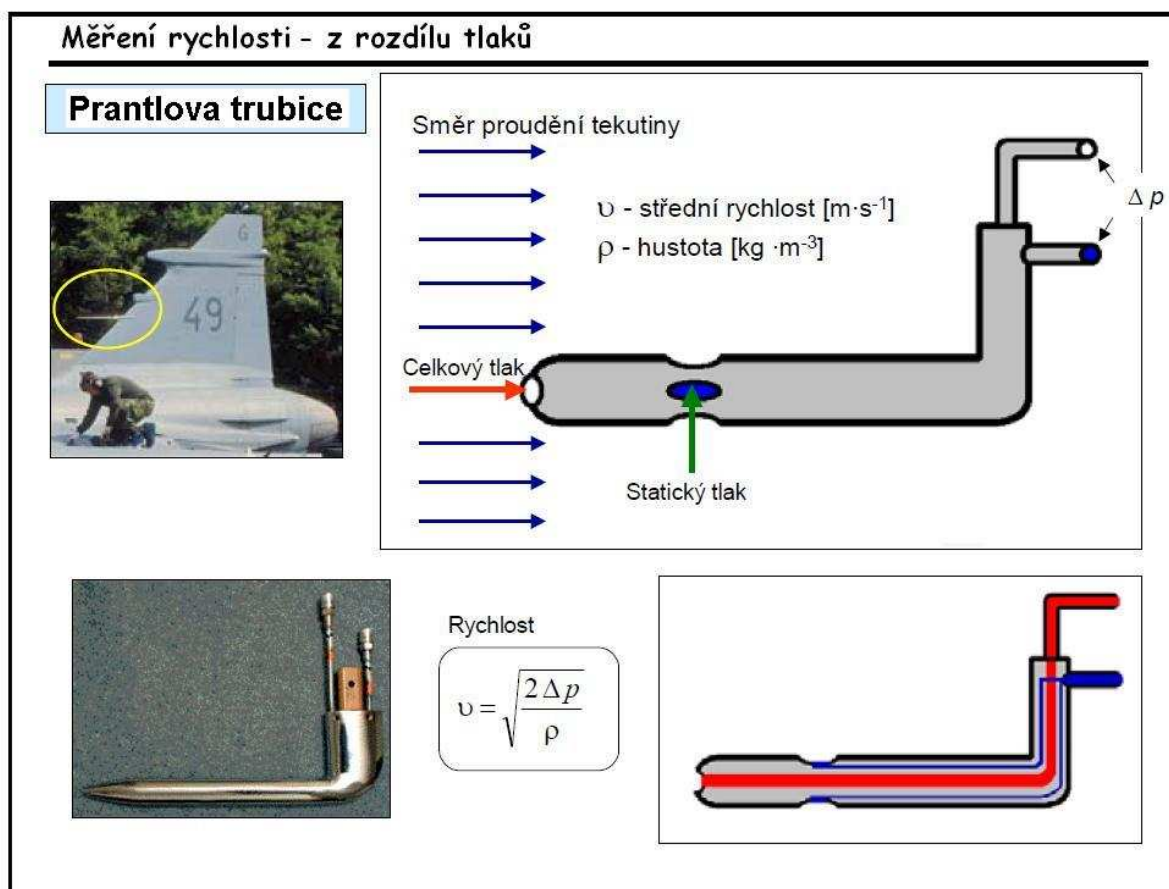
Měření bylo provedeno ve vzdálenosti 80cm od vstupu do filtrační jednotky. Do přívodního potrubí byla navrtaná sondážní díra. Touto dírou byla vsunuta Prantlova trubice. Jelikož tvar trubice vyžadoval větší otvor. Netěsnosti museli být odstraněny a vůle mezi dírou a trubicí zatěsněna. Prantlova trubice byla připojena na multifunkční měřicí přístroj Testo-435. Tento přístroj dovede s přídatnými zařízeními měřit jak tlaky, tak i rychlosti.

Princip měření tlaku Prantlova trubicí

Prantlova trubice patří k nejstarším a nejjednodušším rychlostním sondám pro měření průtoku tekutiny. Primárním prvkem Prantlovy trubice je tenká trubička otočená ústím proti směru proudění tekutiny. Prantlovy trubice se používají především pro měření průtoku plynů nebo velmi čistých kapalin z důvodu možného zanesení otvorů trubice, kterými se tlak snímá. Na výstupu Prantlovy trubice je velmi malý rozdíl tlaků, který už ale v současné době není tak problematické změřit. Navíc přesnost měření závisí na rychlostním profilu proudění. Dále lze pomocí Prantlovy trubice měřit dynamický tlak pohybující se tekutiny v potrubí a odečíst rychlost proudění vzduchu v m/s a jeho průtok v m³/h za pomoci multifunkčních měřících přístrojů. Na obrázku 24 vidíme praktické použití a schématické znázornění funkce Prantlovy trubice.



Obrázek 23 - měřící větve pro tlakové měření


Obrázek 24 - princip Prantlovy trubice^[7]

Dle výsledků měření jsme zjistili, že dochází k velkému úbytku rychlosti proudění v daném místě, které je zapříčiněné velkou tlakovou ztrátou. Tu vytváří instalovaný separátor. Velké tlakové ztráty na vstupu do větve mají za následek snížení rychlosti. Tento aspekt se projevuje hlavně ve vznosové rychlosti, kde je vidět markantní rozdíl. Rychlosti zde rapidně poklesly a tudíž proud vzduchu nemá dostatečnou energii, aby sebou unášel kapičky oleje. Principiálně nedochází k utržívání a vznosu olejové hladiny na hraně vstupní trubky, tak jak to bylo vidět na obrázku 16. Velký rozdíl je viditelný na fotce, kde je srovnávám obrázek 16 s obrázkem 25. Rozdíly jsou patrné pouhým okem.



Obrázek 25 - srovnání vznosů před a po instalaci separátoru

Dle protokolu jsou patrný markantní změny rychlostí, které byly naměřeny. Tímto faktem se dostáváme k závěru, že nejdůležitější je pro správnou funkci filtru rychlost na vstupu do potrubí. Při správném nastavení rychlosti nebude docházet ke vznosu oleje, tudíž k většímu znečištění filtračních jednotek. Ovšem proti tomuto faktu jde skutečnost že musíme zachovat určité proudění pro kvalitní odtah z obráběcího prostoru. Pokud bychom tento fakt zanedbali mohlo by dojít ke vznícení oleje v obráběcího prostoru. Tento jev nastane v případě nahromadění plynů vzniklých z obrábění. Pak může teplota třísky při obrábění iniciovat svojí teplotou jiskru, která obráběcí prostor zapálí a prošlehne plamen. Zde je tento fakt nežádoucí z hlediska poškození hadic a elektrického řízení. Přesto, že prošlehnutí plamene trvá jen krátkou chvíli, než vyhoří veškeré nahromaděné plyny, ale může být velice nebezpečné jak z hlediska poničení strojem, tak poškození zdraví obsluhy jak z hlediska nebezpečí požáru tak následné nefunkčnosti filtrační jednotky. Dalším faktem je, že iniciační teplota je větší než standardní obráběcí teploty, ke kterým běžně dochází při obrábění pomocí soustružnických nožů. Pokud však dojde k otupení obráběcího nože běžným opotřebením nebo dokonce jeho uštípnutí díky nestandardnímu namáhání, přichází na scénu mnohem vyšší teploty. Takto dosažené teploty se mohou pohybovat někde kolem mezi tečení ocelí, tedy až kolem 1500 °C. Tato teplota už je dosti vysoká a postačí k iniciaci plamene, proto se tomuto efektu musíme vyhnout a cestou přes zabránění otupení nástrojů to nejde. Tudíž musíme zaručit odtah všech plynů vzniklých při obrábění do takové míry, aby nemohla vzniknout kritická koncentrace.

Proto je veškeré nastavení rychlosti vzduchu u odtahu v obráběcích automatech velice důležité. Tímto faktem se dá zabránit velmi nepříjemným nehodám. Pro správné nastavení nám dle měření vyšly hodnoty kolem 1,5 m/s. V tabulce 5, která je protokol o celém měření jsou všechny rychlosti patrné. Rychlost, která vyšla by měla být dostatečná pro odtah z obráběcího prostoru, a přitom by měla zabezpečit bezproblémové fungování celého procesu. Tím eliminovat hromadění plynů a odstranit nebezpečí iniciace plamene. Tato rychlost jde za pomoci měřicí aparatury změřit a nastavit díky regulaci na samotné filtrační jednotce. K samotnému nastavování by mohl posloužit multifunkční měřicí přístroj Testo 435 s připojenou Prantlovou trubicí viz obrázek 26. Princip měření je popsán na předchozí stránce. Tímto přístrojem bylo prováděno celé měření. Aparát byl zapůjčen na Vysokém učení technickém v Brně odborem techniky prostředí, kde byl také přezkoušen.



Obrázek 26 - Multifunkční měřicí přístroj Testo435 s Prantlovou trubicí

Tabulka 5 - protokol pro měření rychlosti

Protokol pro měření rychlosti v přívodním potrubí pro UAS Filtr

Měřená jednotka:	Elektrostatický filtr UAS	Stroj:	Index MS25
Měřil:	Stanislav Štefánek	Počet měření	10

Měření 1									
měření	ΔP [Pa]	v [m/s]	měření	ΔP [Pa]	v [m/s]	Suma ΔP	ΔP Ø	Suma v	v Ø
1.	29	7,00	6.	34	7,50	320,00	32,00	73,40	7,34
2.	30	7,10	7.	32	7,40		Pa		m/s
3.	32	7,60	8.	30	7,20	Poznámka:			
4.	35	7,70	9.	33	7,00	Měření provedeno otvorem v horní			
5.	33	7,70	10.	32	7,20	části horizontálního přívodního potrubí ve			
						vzdálenosti 80cm od vstupu do UAS			
						jednotky			
Filtrace zapojena běžným způsobem.									

Měření 2									
měření	ΔP [Pa]	v [m/s]	měření	ΔP [Pa]	v [m/s]	Suma ΔP	ΔP Ø	Suma v	v Ø
1.	1,00	1,30	6.	1,00	1,20	10,00	1,00	12,10	1,21
2.	1,00	1,20	7.	1,00	1,20		Pa		m/s
3.	1,00	1,10	8.	1,00	1,30	Poznámka:			
4.	1,00	1,20	9.	1,00	1,20	Měření provedeno otvorem v horní			
5.	1,00	1,20	10.	1,00	1,20	části horizontálního přívodního potrubí ve			
						vzdálenosti 80cm od vstupu do UAS			
						jednotky			
Do filtrace připojen horizontální eliminátor, před vstupem do elektrostatického filtru									

Měření provedeno přístrojem:

testo 435-multifunkční měřicí přístroj s připojenou Prantlovou trubicí viz obr.23

Ser. No. 01751405/910

8. Ekonomicko-technické zhodnocení

Z hlediska rentability se musí spočítat návratnost úspory pro výsledky měření. Z předchozího měření je jasné, že se nebudou používat separátory pro odlučování, ale veškeré zvýšení odlučivosti se bude dít nastavením rychlosti odtahu vzduchu. Proto by se měla spočítat návratnost z prodloužení životnosti filtračních jednotek a odečíst náklady a potřebné investice, které budou nutné pro správné nastavení a užívání filtrů.

Náklady na provoz filtrů

Zde jsou spočítány náklady vzniklé s provozem a údržbou filtrace. Přesné ceny a rozpisy jednotlivých operací jsou obsaženy v kapitole 6. Servis filtrace. Odkud bylo čerpáno pro výpočet. Dle Layoutu na obrázku 8. je zřejmé, že se momentálně jedná o 6 filtračních jednotek UAS SH-2000, které mají výfuky zpět do prostoru obráběcí haly.

Stávající stav

$$CN = A * B * K$$

$$CN = 9374 * 2 * 6$$

$$CN = 112164 \text{ Kč}$$

Potenciální snížení nákladů

$$CN1 = A * B1 * K$$

$$CN1 = 9374 * 0,27 * 6$$

$$CN1 = 15099 \text{ Kč}$$

Zde je vidět markantní rozdíl před a po instalaci. Ovšem víme že separátory na odlučivost nemají žádný vliv. Vytváří jen tlakovou ztrátu, která zpomaluje proudění. Ale i tento výsledek je referenční, proto musíme dále do nákladů vynaložených na optimalizaci připočítat zařízení, kterým by bylo možné nastavovat rychlost proudění ze stroje.

Přepočet servisních čištění za rok

$$B1 = B * K_{sz}$$

$$B1 = 2 * 0,13$$

$$B1 = 0,27 \text{ za / rok}$$

A	Cena nákladu na servis jedné jednotky	9374	[Kč]
B	Počet servisních čištění za rok	2	[za/rok]
B1	Počet snížených čištění	0,27	[za/rok]
K	Počet filtračních jednotek	6	[kusů]
CN	Roční náklady na provoz	112164	[Kč]
CN1	Snížené roční náklady na provoz	15099	[Kč]
Ksz	Koeficient snížení zatížení	0,13	[-]

Výpočet Koeficient snížení zatížení

Informace pro výpočet snížení zatížení filtrů je brán poměrem ze separovaného oleje. Tento poměr nám určí o kolik jsme schopni snížit tok oleje přes filtrační aparaturu. Tím i poměrně zvýšení životnosti a zvýšení času servisních odstávek, z čehož plyne snížení nákladů na údržbu.

Celkové snížení

$$CS = C1 / C$$

$$CS = 28 / 2080$$

$$CS = 0,013$$

Koeficient snížení zatížení

$$K_{sz} = K_{op} * CS = K_{op} * (C1 / C)$$

$$K_{sz} = 10 * 0,013 = 10 * (28 / 2080)$$

$$K_{sz} = 0,13$$

CS	Celkové snížení	0,013	[-]
C	Odlučivost před instalací separátoru	2080	[ml]
C1	Odlučivost po instalaci separátoru	28	[ml]
Kop	Opravný koeficient nepřesnosti měření s bezpečnostní odchylkou	10	[-]
Ksz	Koeficient snížení zatížení	0,13	[-]

Výpočet poměrných úspor

Následně je nutné spočítat celkovou hrubou úsporu, od které se odečtou náklady na přídatná zařízení. Tato zařízení budou nezbytně nutná pro následné správné seřizování filtračních aparatur. Pokud dosáhneme správných rychlostí předpokládané úspory se stanou realitou. Ovšem musíme ještě odečíst již zmiňované náklady na zařízení a zde jsou ceny brány z cenových návrhů:

- Cenové návrhy Prantlovy trubice viz příloha 5 ;
- Cenové návrhy Diferenčního tlakoměru viz příloha 6.

Ceny nákladů na měřicí přístroje viz přílohy 4 a 5

Dynon Prantlova trubice L-tvar	4320	[Kč]
Testo 510 Diferenční tlakoměr	4032	[Kč]
Cena přístrojů s DPH - celkem	8352	[Kč]

Výpočet hrubé úspory

$$HU = CN - CN1$$

$$HU = 112164 - 15099$$

$$HU = 97065 \text{ Kč}$$

Výpočet čisté úspory

$$CRU = HU - NNM = (CN - CN1) - NNM$$

$$CRU = 97065 - 8352 = (112164 - 15099) - 8352$$

$$CRU = 88713 \text{ Kč}$$

CRU	Čistá roční úspora	88713	[Kč]
NNM	Náklad na přístroje pro měření rychlosti	8352	[Kč]

Celková čistá roční úspora činí 88713 Kč, což je asi 80 procent z původní ceny na náklady spojené s udržováním filtrační aparatury. Markantní rozdíl dokazuje, že investice spojená s měřicí technikou pro nastavení rychlostí je vysoce rentabilní. Po proměření dojde k nastavení a upravení regulace na ovládacím panelu větráku. Tento jednoduchý postup může ušetřit velké množství peněz jak z hlediska provozu tak z hlediska údržby filtračních jednotek.

9. Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout řešení pro zlepšení pracovního prostředí na hale strojního provozu s třískovými obráběcími automaty. Zhodnotit možnosti užití a vlastnosti centralizovaných filtračních jednotek se zaměřením na elektrostatické filtry s předsazenými mechanickými odlučováky.

Využití mechanických separátorů bylo navrženo a vyzkoušeno. Proces byl vysoce funkční a dosáhlo se velice pozitivních výsledků, nad kterými jsme se pozastavili a zjišťovali a ověřovali jejich hodnověrnost. Výsledkem tohoto zjištění byl fakt, že se sice snížilo zatížení elektrostatických filtrů, ale ne díky separačním vlastnostem navrženého odlučováku, ale díky úplně jinému fyzikálnímu principu.

Tento pracuje na jednoduchém principu vznosu kapaliny pomocí rychle proudícího plynu. Pro náš případ přímo vztaženo na vzduch v obráběcím prostoru, který unášel kapičky oleje, které extrémně zatěžovaly celou filtrační jednotku. Tímto zjištěním se problém posunul do jiné roviny a muselo se provést dodatečné měření rychlostí. Použijí se zjednodušující předpoklady, že pokud byla snižena rychlost pomocí mechanických separátorů dostatečná pro odvod adekvátního vzduchu, dostáváme tedy referenční funkční rychlost, kde nedochází ke vznosu. Dále se změřila rychlost po odinstalování separátoru a zjistilo se, že se zde vnos již zase objevuje. Tudíž je závěrem nastavení rychlosti v optimálních parametrech kolem 1,5 m/s až 2m/s. Pokud se budeme během provozu pohybovat v těchto číslech můžeme dosáhnout až několikanásobného prodloužení životnosti celé sestavy filtrační aparatury. Ovšem pro možnost využití této vlastnosti vznosu musíme disponovat měřicími prostředky, kterými jsme schopni změřit, a následně dle vyhodnoceného měření nastavit, rychlost ventilátoru ve filtrační jednotce. Zde se může jednat o běžné anemometry nebo jde použít pro měření Prantlova trubice, která bude napojena na Multifunkční měřicí přístroj. Ten bude schopen z rozdílu dynamického a statického tlaku dopočítat rychlost proudění v potrubí.

Díky těmto seřizovacím aparátům jsme schopni dosáhnout potřebných rychlostí v odsávacím potrubí a tudíž plně využít potenciál, který sebou toto řešení přináší. Tento fakt se nám promítne i na ceně. Ovšem ne na ceně za servis zařízení, ta je neměnná, ale na servisních nákladech spojených s celoročním provozem. Takto dokážeme několikanásobně zvednout životnost filtračních jednotek oproti stávajícímu stavu. Tímto krokem se dostáváme k celkové úspoře, která činí 88 713 Kč za první rok. Čistá úspora je už sražena o náklady na měřicí zařízení, které se bude dále používat na všech potřebných filtrech. V dalších letech se úspora zvedne jelikož nebudou potřebné investice do měřícího zařízení. Následné roky se dostáváme na částku 97 065 Kč, což je hrabá úspora při prvním roce provozu. S touto částkou ovšem nemůžeme počítat na 100 procent, jelikož trendy ve zdražování služeb určitě postihnou i společnost, která zajišťuje servis.

Tímto je zřejmé, že správné nastavení filtračních jednotek může hrát velkou roli při jejich životnosti. Jednoduchým opatřením v řádech tisíců korun se dají ušetřit stovky tisíc korun. Peníze takto ušetřené se mohou investovat v jiných sférách výroby.

10. Seznam použitých zdrojů

-
- [¹] Filtrace vzduchu [cit. 2011-01-18]. Dostupné z WWW: <http://www.ksklimaservice.cz/>
- [²] Ecana [cit. 2011-01-18]. Dostupné z WWW: <http://www.ecena.cz/cz-fotogalerie-f0/>
- [³] Fox IFS [cit. 2011-01-22]. Dostupné z WWW: http://www.foxifs.com/inglese/depuratori_serie_ws.htm
- [⁴] UAS [cit. 2011-01-18]. Dostupné z WWW: <http://www.uas-inc.de/cs/filter/elektrofilter.htm>
- [⁵] Sbírka zákonů č.361/2007 ze dne 12.prosince 2007
- [⁶] Vysokoškolský odborový svaz [cit. 2011-04-10]. Dostupné z WWW: <http://vos.zcu.cz/bozp.htm>
- [⁷] VSCHT v Praze [cit. 2011-04-18]. Dostupné z WWW: <http://www.vscht.cz/uchi/ped/bc05/04.mereni.pdf>

11. Seznam použitých zkratk a symbolů

Δp	tlaková ztráta	[Pa]
ξ	součinitel místního odporu	[-]
w	rychlost proudění	[m/s]
ρ	hustota média	[kg/m ³]
A	Cena nákladu na servis jedné jednotky	[Kč]
B	Počet servisních čištění za rok	[za/rok]
B1	Počet snížených čištění	[za/rok]
K	Počet filtračních jednotek	[kusů]
CN	Roční náklady na provoz	[Kč]
CN1	Snížené roční náklady na provoz	[Kč]
Ksz	Koeficient snížení zatížení	[-]
CS	Celkové snížení	[-]
C	Odlučivost před instalací separátoru	[ml]
C1	Odlučivost po instalaci separátoru	[ml]
Kop	Opravný koeficient nepřesnosti měření s bezpečnostní odchylkou	[-]
RN	Roční náklady na provoz	[Kč]
SN	Snížené roční náklady na provoz	[Kč]
HU	Hrubá úspora	[Kč]
NNM	Náklad na přístroje pro měření rychlosti	[Kč]
SRU	Čistá roční úspora	[Kč]

11. Seznam příloh

Příloha č.1

Rozdělení filtrů do tříd, vlastnosti filtrů

Příloha č.2

Výkres – Layout Filtrace, Rozměr A2

Příloha č.3

Výkres – Eliminátor- horizontální, Rozměr A3

Příloha č.4

Bezpečnost práce a hygiena – základní práva a povinnosti zaměstnavatele

Příloha č.5

Cenová nabídka Prantlovy trubice

Příloha č.6

Cenová nabídka Diferenčního tlakoměru Testo

Příloha č.1 Rozdělení filtrů do tříd, vlastnosti filtrů

Zdroj: KsKlimaservis [cit. 2011-19-01]. Dostupné z WWW:

<http://www.ksklimaservice.cz/cz/rozdeleni-filtru-do-trid-vlastnosti-filtru-a-typicke-priklady-pouziti>

Skupina filtru	Třída filtrace	Vlastnosti na příkladu odloučených látek	Doporučení pro použití vzduchových filtrů
G Filtry pro hrubý prach Účinné pro částice $\geq 10 \mu\text{m}$ EN 779	G1 G2	<ul style="list-style-type: none"> Listy Hmyz Textilní vlákna Písek Létavý popílek Vodní kapky Vlasy 	Pouze pro nejjednodušší použití (např. jako ochrana před hmyzem).
	G3 G4	<ul style="list-style-type: none"> Květní pyl Pyl Mlha 	<ul style="list-style-type: none"> Odpadní vzduch ze stříkacích kabin a kuchyní Ochrana proti znečištění pro klimatizační a kompaktní přístroje (např. okenní klimatizace, ventilátory) Předfiltry pro filtrační třídy F7 až F8 (nutné pouze u silně znečištěného vstupního vzduchu) Předfiltry a filtry cirkulujícího vzduchu pro zařízení civilní ochrany
F Filtry pro jemný prach Účinné pro částice $\geq 1 \mu\text{m}$ EN 779	F5	<ul style="list-style-type: none"> Výtrusy Cementový prach Částice, které způsobují skvrny nebo usazování prachu 	<ul style="list-style-type: none"> Filtry venkovního vzduchu pro prostory s nejnižšími požadavky (např. dílenské haly, skladovací prostory, garáže) Předfiltry pro třídy filtrace F8 a F9
	F6	<ul style="list-style-type: none"> Větší bakterie Zárodky na nosných částicích PM 10 - prach 	<ul style="list-style-type: none"> Vstupní filtry pro prostory s nízkými požadavky (např. prodejní prostory, určité výrobní prostory) Předfiltry pro třídy filtrace F9 a H10 Filtry odvodního vzduchu před výměníky tepla

	F7 F8	<ul style="list-style-type: none"> • Nahromaděné saze • Tzv. prach procházející plícemi • PM 2,5 - prach • Cementový prach 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtry cirkulujícího vzduchu ve větracích centrálách • Koncové filtry v klimatizačních zařízeních pro střední nároky, např. obchodní domy, kanceláře a určité výrobní prostory, předfiltry pro H11,12
	F8 F9	<ul style="list-style-type: none"> • Tabákový kouř (hrubé frakce) • Kouř kysličníků kovů (hrubé frakce) • Olejový kouř • Bakterie 	<ul style="list-style-type: none"> • Koncové filtry v klimatizačních zařízeních pro vyšší nároky, např. kanceláře, výrobní prostory, rozvodné centrály, laboratoře • Zařízení vnějšího vzduchu v nemocnicích • Centrály výpočetní techniky • Předfiltry pro třídy filtrace H13, H14 • Předfiltry pro adsorpční filtry (např. filtry s aktivním uhlím) • Předfiltry ve farmaceutickém průmyslu (dbát na certifikační předpisy)
H Filtry pro mikročástice Účinné pro částice $\geq 0,01 \mu\text{m}$ EN 1822	H10 H11	<ul style="list-style-type: none"> • Zárodky • Tabákový kouř • Kouř kysličníků kovů • Viry na nosných částicích • Saze 	<ul style="list-style-type: none"> • Koncové filtry pro prostory s vysokými požadavky (např. pro laboratoře a nemocnice) • Koncové filtry pro "čisté prostory" tříd \geq ISO 7 ve farmaceutickém, potravinářském, optickém průmyslu a v průmyslu lehkého strojírenství
	H12 H13	<ul style="list-style-type: none"> • Olejový kouř ve stavu vzniku • Aerosol - mikročástice • Radioaktivní aerosol • Zbytky výparů z mořské soli 	<ul style="list-style-type: none"> • Koncové filtry pro nemocnice s vyššími požadavky, avšak bez předpisu o zkoušce netěsností • Koncové filtry pro prostory v potravinářském, elektronickém, farmaceutickém a foliovém průmyslu • Filtry odvodního vzduchu v zařízeních jaderné techniky • Koncové filtry pro "čisté prostory" tříd \geq ISO 5 • Koncové filtry v civilních ochranných zařízeních

	H14	<ul style="list-style-type: none"> • Aerosol - mikročástice • Viry 	<ul style="list-style-type: none"> • Koncové filtry pro "čisté prostory" tříd \geq ISO 4 • Koncové filtry pro farmaceutický průmysl a nemocnice s nejvyššími požadavky a předpisem o zkoušce netěsností
U Filtry pro mikročástice <i>EN 1822</i>	U15 U16 U17	<ul style="list-style-type: none"> • Aerosol - mikročástice 	<ul style="list-style-type: none"> • Koncové filtry pro "čisté prostory" tříd \geq ISO 3 • Koncové filtry pro "čisté prostory" tříd \geq ISO 2 • Koncové filtry pro "čisté prostory" tříd \geq ISO 1
A Filtry s aktivním uhlím	Aktivní uhlí (Neimpregnované aktivní uhlí)	<ul style="list-style-type: none"> • Lehké těkavé uhlovodíky VOC'S • Asfaltové, dehtové, benzínové a kerosinové výpary • Výpary rozpouštědel • Tělesné, civilizační a nemocniční zápachy • Potravinářské, kuchyňské a hnilobné zápachy 	<ul style="list-style-type: none"> • Odlučování zápachů na letištích, v kancelářských a správních budovách, hotelích, nemocnicích • Zlepšení IAQ • Snížení SBS (Syndromu nemocných budov) • Filtrace přírodního vzduchu v mikroelektronice • Odstranění škodlivých plynů z cirkulujícího vzduchu
Filtry pro absorpci plynů	(Impregnované aktivní uhlí KM_nO₄ na Al₂O₃)	<ul style="list-style-type: none"> • Kyselé stopové plyny • SO₂, SO₄, NO₂, NO_x • HCl, H₂SO₄, H₂S, HF, Cl₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtrace přírodního vzduchu pro řídicí střediska a počítačové prostory (např. na letištích) • Filtry přírodního a cirkulujícího vzduchu pro rozvodné ústředny a dispečinky v korozivním prostředí • Filtry přírodního a cirkulujícího vzduchu pro mikroelektroniku • Filtry přírodního a cirkulujícího vzduchu pro muzea, historické archivy a knihovny
<i>Žádné normy</i>	(Impregnované aktivní uhlí, polymery)	<ul style="list-style-type: none"> • Aminy • NH₃, NH₄ • NMP, HMDS 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtrace cirkulujícího vzduchu v mikroelektronice

Příloha č.4 Bezpečnost práce a hygiena – základní práva a povinnosti zaměstnavatele

Zdroj: Vysokoškolský odborový svaz [cit. 2011-10-04]. Dostupné z WWW:
<http://vos.zcu.cz/bozp.htm>

Zaměstnavatelé mají povinnost činit opatření k předcházení újmám na životech a zdraví zaměstnanců. Tato opatření se musí přizpůsobovat měnícím se podmínkám s cílem zlepšování podmínek práce a pracovního prostředí.

Ustanovení § 133 ZP je reakcí na Směrnici Rady Evropských hospodářských společenství EEC/391/89 k opatření na zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci a ustanovení Úmluvy Mezinárodní organizace práce č. 153, o bezpečnosti a zdraví pracovníků a o pracovním prostředí (č. 20/1998 Sb.).

Přijímá-li zaměstnavatel do pracovního poměru nové zaměstnance, je povinen podle § 35 odst. 2 ZP je seznámit, mimo jiné, s právními a ostatními předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, jež musí při své práci dodržovat. Jsou to předpisy na ochranu života a zdraví, předpisy hygienické a protiepidemické, technické normy, dopravní předpisy, předpisy o požární ochraně a předpisy o zacházení s hořlavými výbušninami, zbraněmi, radioaktivními látkami, jedy a jinými látkami škodícími zdraví, pokud upravují otázky týkající se ochrany života a zdraví.

Zvláštní ohled při zařazování na práci musí brát zaměstnavatel na některé skupiny zaměstnanců. Musí dbát na schopnost a zdravotní stav pracovníků a nepřipustit, aby zaměstnanec konal práce, jejichž výkon by byl v rozporu s právními a ostatními předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci nebo s lékařským posudkem, včetně práce přesčas nebo v noci.

V případech stanovených orgány státní zdravotní správy je zaměstnavatel povinen zajistit, aby se zaměstnanec před uzavřením pracovní smlouvy podrobil vstupní lékařské prohlídce. Je to povinné u zaměstnanců, kteří:

- vykonávají činnosti epidemiologicky závažné (např. potravinářství, výroba kosmetických výrobků apod.),
- pracují na pracovištích, kde jsou vystaveni zvláště nepříznivým vlivům pracovního prostředí, mohou ohrozit zdraví spolupracovníků nebo obyvatelstva (např. řidiči, obsluhy stavebních strojů apod.),
- vykonávají činnosti, pro které je vyžadována zvláštní zdravotní způsobilost (např. práce ve výšce apod.).

Pozornost je třeba věnovat i pracovním podmínkám žen a mladistvých a respektovat ustanovení ZP, která zakazují těmto kategoriím zaměstnanců určité druhy prací, které jsou pro ně fyzicky nepřiměřené nebo škodí jejich organismu, anebo jsou se zřetelem k anatomickým, fyziologickým a psychickým zvláštnostem pro mladistvé nepřiměřené, nebezpečné nebo škodlivé.

Zaměstnavatelé jsou například povinni vyhledávat, posuzovat a hodnotit rizika možného ohrožení při práci a činit opatření k jejich ochraně, uvádět do provozu stroje, zařízení a provozní prostory a zavádět technologické postupy odpovídající požadavkům bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, soustavně seznamovat zaměstnance s právními předpisy k zajištění bezpečnosti práce apod.

Mezi základní povinnosti zaměstnavatelů patří poskytovat zaměstnancům pracovní prostředky. Stále se však v praxi často vyskytuje, že zaměstnavatelé, než by svým zaměstnancům poskytli osobní ochranné pracovní pomůcky (dále jen "OOPP"), poskytnou jim raději finanční prostředky na tyto pomůcky s tím, že zaměstnanci si je zakoupí sami. To však s sebou nese riziko, že zaměstnanci si peníze ponechají, OOPP si neopatří a ochrana zdraví při práci je tak ohrožena. Povinnost poskytovat OOPP nelze nahrazovat finančním plněním.

Bezpečnost a ochranu zdraví při práci je nutné zajistit i v případě, že na jednom pracovišti pracují zaměstnanci více zaměstnavatelů. V takovém případě jsou tito zaměstnavatelé povinni zajistit koordinovaný postup a tím i bezpečnost a ochranu zdraví všech zaměstnanců.

V zájmu dosažení jednotnosti a také v zájmu právního zajištění poskytování OOPP využilo Ministerstvo práce a sociálních věcí ČR svého zmocnění v § 133 odst. 8 ZP a připravilo vyhlášku, kterou se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování OOPP a mycích a čistících prostředků. Tato vyhláška nabyla účinnosti dnem 1. ledna 1995 a je závazná pro všechna pracoviště a zaměstnavatele včetně soukromých podnikatelů. Je vydána ve Sbírce zákonů v částce č. 63, číslo 204/1994 Sb.

Ustanovení zmíněné vyhlášky platí přiměřeně též pro zaměstnavatele, který je fyzickou osobou a sám též pracuje, dále pro fyzickou osobu, která podniká podle zvláštního předpisu a nikoho nezaměstnává a pro jeho spolupracujícího manžela nebo dítě.

Vyhláška také vymezuje, co se rozumí pod pojmem OOPP. Jsou to prostředky určené k tomu, aby je zaměstnanci používali nebo nosili a tím se chránili před riziky, která by mohla ohrozit jejich život, bezpečnost nebo zdraví při práci, jakož i veškeré doplňky nebo příslušenství určené k tomuto účelu.

Ve smyslu zmíněné vyhlášky osobními ochrannými prostředky nejsou:

- běžné pracovní oděvy, obuv a uniformy, které nejsou specificky určeny k ochraně zdraví a bezpečnosti při práci,
- zařízení pro nouzovou záchrannou a havarijní službu,
- ochranné prostředky, které jsou nošeny nebo používány vojenskými, policejními a dalšími složkami zajišťujícími veřejný pořádek,
- ochranné prostředky stanovené dopravními předpisy pro silniční dopravu,
- sportovní vybavení,
- prostředky pro sebeobranu nebo zastrašovací prostředky,
- přenosné prostředky pro detekci a signalizování rizik a obtěžujících faktorů.

Poskytovat pouze ochranné prostředky, které byly schváleny příslušnou autorizovanou zkušebnou (§20 zákona č.30/1968 Sb., o státním zkušebnictví, v platném znění).

Ochranné prostředky musí zaměstnavatel poskytovat podle vlastního seznamu zpracovaného na základě zhodnocení rizik a konkrétních podmínek na pracovištích a projednaného s příslušným odborovým orgánem (§18 odst. 2 ZP). Zhodnocení rizik a úpravu seznamu pro poskytování OOPP provede zaměstnavatel znovu, jakmile dojde ke změnám, které se týkají bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v důsledku zavedení nové technologie, vzniku nových pracovních podmínek nebo změně dosavadních pracovních podmínek.

Ochranné prostředky se používají tehdy, nelze-li rizika práce vyloučit nebo dostatečně omezit technickými prostředky kolektivní ochrany nebo opatřeními, metodami a postupy např. organizace práce.

Přidělené ochranné pomůcky musí být účinné vůči vyskytujícím se rizikům, přičemž jejich používání nesmí představovat další riziko, odpovídat existujícím podmínkám na pracovišti,

respektovat ergonomické požadavky a zdravotní požadavky na zaměstnance, být přizpůsobeny fyzickým předpokladům zaměstnance.

Tam, kde přítomnost více než jednoho rizika vyžaduje, a by zaměstnanec používal současně více ochranných prostředků, musí být prostředky vzájemně slučitelné.

Rozsah vybavení zaměstnanců ochrannými prostředky musí vždy odpovídat povaze vykonávané práce a pracovním podmínkám. Podmínky používání OOPP musí být stanoveny zaměstnavatelem na základě závažnosti rizika, četnosti rizika, charakteristiky pracoviště a parametrů příslušného ochranného prostředku. Tyto podmínky může stanovit též příslušný orgán státního odborného dozoru.

Ochranný prostředek je určen pro osobní užívání zaměstnancem. Jeho použití pro více zaměstnanců je možné pouze v případě, že byla učiněna opatření která zamezí ohrožení přenosnými chorobami.

Zaměstnavatel musí předem informovat zaměstnance o rizicích, před kterými ho přidělované ochranné prostředky mají chránit. Zaměstnanci musí být seznámeni s používáním ochranných prostředků. Je-li to vhodné musí být též provedeno praktické předvedení jejich používání a zaměstnancům musí být zpřístupněny návody vydané k používání těchto prostředků. Zaměstnavatel před vydáním OOPP musí zhodnotit, zda ochranné prostředky splňují všechny požadavky, jak je předpokládá vyhláška. Zhodnocení by mělo obsahovat zejména:

- analýzu a odhad rizik, kterým se nelze vyhnout jiným způsobem než přidělením ochranných prostředků,
- požadavky na ochranné prostředky z hlediska účinnosti proti daným rizikům (je třeba uvažovat též rizika, která tyto prostředky mohou event. představovat samy o sobě),
- srovnání vlastností vybraných OOPP s uvedenými požadavky na odstranění rizik.

Vyhláška všeobecně zavedla povinnost pro zaměstnavatele poskytovat mycí a čisticí prostředky v případě, že toto poskytování není upraveno ve sjednané kolektivní smlouvě nebo ve vnitřním předpise. Vyhláška neuvádí množství poskytovaných čisticích a mycích prostředků, ale při stanovení minimálního rozsahu lze vyjít z dosavadní praxe. Z toho důvodu je možno rozdělit druhy podle stupně znečištění:

- práce velmi nečistá - 200 g mýdla, 900 g čisticí pasty,
- práce nečistá - 100 g mýdla, 600 g čisticí pasty,
- práce méně čistá - 100 g mýdla, 300 g čisticí pasty.

Tyto prostředky jsou minimální a zaměstnavatel by je měl zajistit nejméně jednou měsíčně a k tomu dva ručníky ročně. Technicko-hospodářským zaměstnancům by se mělo poskytovat 100 g mýdla čtvrtletně a ručník ročně.

Mycí a čisticí prostředky přiděluje zaměstnavatel podle vlastního seznamu zpracovaného na základě zhodnocení rozsahu znečištění nebo ohrožení zaměstnanců dráždicími látkami. Zaměstnancům, kteří přicházejí do styku s látkami, jež mohou způsobit podráždění kůže (kyseliny, louhy, organická rozpouštědla apod.), nebo u nichž může dojít k potřísnění dráždicími látkami (dehtové látky, topné oleje, epoxidové pryskyřice apod.), se poskytují dezinfekční prostředky podle druhu škodliviny.

Při přidělování mycích a čisticích prostředků vyhláška tedy nestanoví žádné limity, záleží na rozhodnutí zaměstnavatele.

Seznamy pro poskytování OOPP a mycích prostředků, způsob, podmínky a dobu jejich používání by si měli stanovit zaměstnavatelé ve vlastním opatření. Předtím by měli vyhodnotit četnost a závažnost vyskytujících se rizik, charakteristiky práce a pracoviště, s přihlédnutím k vlastnostem ochranných prostředků.

Zaměstnavatel může rovněž využít doporučení orgánů státního odborného dozoru, v

nichž jsou uvedeny OOPP pro jednotlivé profese a kategorie zaměstnanců.

Zaměstnavatelé jsou povinni dbát, aby zdraví pracovníků nebylo ohrožováno kouřením na pracovištích. Tuto povinnost stanoví zákoník práce v ustanovení § 1433 a má stejnou závaznost pro všechny zaměstnavatele. Za tím účelem jsou povinni zabezpečovat dodržování zákazu kouření na pracovištích stanoveného zvláštními předpisy (např. pracoviště s výbušninami) a stanovit v pracovních řádech zákaz kouření na pracovištích kde pracují také nekuřáci. Tento zákaz může být stanoven i v kolektivní smlouvě.

Jestliže tedy nekuřák bude požadovat na vedoucím pracoviště vyslovení zákazu kouření na pracovišti, je vedoucí povinen vyhovět, třeba vytvořením vhodných technickoorganizačních opatření (např. společná pracoviště kuřáků či nekuřáků). Jestliže pracují např. v kanceláři tři spolupracovníci, z nichž jeden je nekuřák, je postup zaměstnavatele podle § 133 odst. 3 ZP jasný. Musí stanovit zákaz kouření v této kanceláři, i kdyby nekuřák toto rozhodnutí nepožadoval. Postup zaměstnavatele vyplývá přímo ze zákona. Přitom by vedoucí měl vymezit prostor pro kouření (např. kuřácké koutky). Potom je však nutné počítat s tím, že přesáhne-li doba kouření čas započítávaný do pracovní doby a určený k jídlu a oddechu (třicetiminutovou placenou pracovní přestávku), musí pracovník tuto dobu napracovat.

Dále se nesmí kouřit na schůzích, poradách a jednáních konaných v uzavřených prostorách (např. pracovní porady, odborové schůze a schůze jiných zájmových organizací), v pracovních místnostech, kde účinkům kouření jsou vystaveni nekuřáci, ve zdravotnických zařízeních, ve školách, v kulturních a uzavřených sportovních zařízeních s výjimkou prostor vyhrazených pro kouření.

Podobně jako u alkoholu, i u tabákových výrobků je stanovena významná pravomoc úřadů místní správy a samosprávy (okresních a obecních úřadů). Mohou omezit nebo zakázat prodej cigaret v zařízeních veřejného stravování v prodejnách potravin jejich propagování ve výkladních skříních. Rovněž se nesmí propagovat kouření. Zaměstnavateli, který poručí zákaz kouření na pracovišti a v jiných prostorách nebo při některých příležitostech (např. pracovních poradách), může okresní úřad uložit pokutu až do částky 50 000 Kč. Občanům, kteří prodávají zboží nebo poskytují jiné služby v souvislosti s prodejem cigaret nebo alkoholických nápojů a poručí uvedené povinnosti, může obecní úřad uložit pokutu do výše 5000 Kč. Část této finanční částky - pokuty může zaměstnavatel, a tedy i soukromý podnikatel, vymáhat na pracovníkovi, který se provinil (např. na zaměstnanci, který si zapálil na zakázaném místě) podle ZP - až čtyřapůlnásobkem jeho průměrného měsíčního výdělku.


Příloha č.5 Cenová nabídka Prantlovky trubice

Zdroj: Air Team [cit. 2011-19-04]. Dostupné z WWW:

<http://www.pilotnipotreby.cz/dynon-pitotova-trubice-se-senzorem-uhlu-nabeahu>

Dynon Pitotova trubice se senzorem úhlu náběhu

Page 1 of 3



Zobrazit v plné velikosti

Cena: 4 320 Kč
3 600 Kč bez DPH

Výrobce: Dynon Avionics
Záruka: 2 roky
Číslo položky: 100141-000

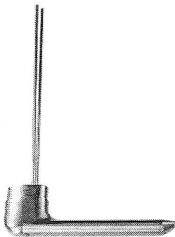
[Zeptejte se prodejce na více informací](#)

Dostupnost: Skladem, dodání do 24 hodin!


Množství: ☐ ☐ [Přidat do košíku](#)

Pitotova trubice se senzorem úhlu náběhu


Úhel náběhu/Pitot trubice - v současnosti dostupné 3 verze



Standard L-tvar
Nevyhříváná
100141-000



Boom-mount (přímá)
Nevyhříváná
100532-000



Standard L-tvar
Vyhříváná
100667-000

Pilot přichází do styku s pojmem úhel náběhu již během základního výcviku. Doposud pro většinu GA letounů neexistoval systém, který by umožňoval přímo měřit úhel náběhu - kritický parametr letu. Dynon Avionics je prvním výrobcem EFIS, který na trh nabídl způsob měření a zobrazování informace o úhlu náběhu.

Co je úhel náběhu, proč je tak důležitý a kdo ho používá?

Úhel náběhu je jednoduše úhel mezi tětvou profilu křídla a směrem nabíhajícího proudu. Proudnicí profilu, který je obtékán na větším úhlu náběhu než je kritický se odtrhávají, na křídle nevzniká vztlak a letadlo přechází do pádu. Nejlepším způsobem jak se takovému "zážitku" vyhnout je prevence a právě měření aktuálního úhlu náběhu. Před pádem Vás může zachránit právě signalizace systému Dynon.

Dopravní piloti znají informaci o úhlu náběhu ze svých displejů, stejně tak můžete i Vy.

Dynon Avionics Pitot trubice/měření úhlu náběhu

Dynon Avionics je prvním výrobcem EFIS, který na trh nabídl způsob měření a zobrazování informace o úhlu náběhu. Díky testování ve větrném tunelu je Dynon schopen nabídnout Pitot trubice s měřením úhlu náběhu. Ta měří nejen rychlost, ale právě i úhel náběhu. (Spolupracuje s Dynon EFIS přístroji ke kterým je zapojena).

<http://www.pilotnipotreby.cz/dynon-pitotova-trubice-se-senzorem-uhlu-nabeahu>

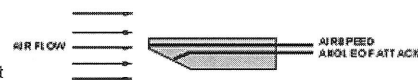
27.4.2011

Dynon Pitotova trubice se senzorem úhlu náběhu

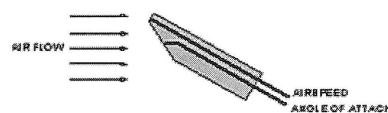
Page 2 of 3

Princip měření

Princip můžete vyčíst z obrázku napravo. Zmíněné funkce vyžadují mít dvojité měření tlaku na čelní straně trubice. Klasický port měření dynamického tlaku je na přední straně, druhý port je na zešíkmené ploše.



Normalní let



Kritický úhel náběhu

Tlak z obou portů je přenášen dvojicí nezávislých vedení do přístroje, kde jsou hodnoty porovnány podle specifické kalibrace pro každé letadlo. Podle specifického modelu je pak určen aktuální úhel náběhu.

Snadná instalace a kalibrace

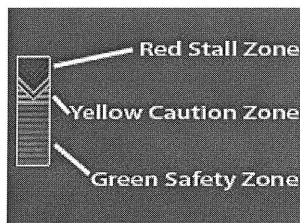
Oproti jiným přístrojům na měření úhlu náběhu tato Dynon trubice nevyžaduje vrtat speciální díry do křídla. Neobsahuje také žádné pohyblivé části. Je to čistě AN5812 pitot trubice s přidaným portem měření tlaku pro určování úhlu náběhu. Prostě ji použijete jako normální pitot trubici. Jediný rozdíl je v druhém vedení (hadička), které vede do přístroje pro vyhodnocení úhlu náběhu.

Jakmile je nainstalována, kalibrace probíhá sérií individuálních změn úhlů náběhu až po pád v různých konfiguracích. Celá kalibrace lze provést přes tlačítka na obrazovce přístroje.

Zobrazení dat

Úhel náběhu je zobrazován na EFIS obrazovce jako vertikální barevný pruh s zelenou, žlutou a červenou oblastí.

Těsně před dosažením kritického úhlu náběhu zazní zvukový alarm. Individuálně lze nastavit jako souvislý tón nebo píjící tón s větší frekvencí, jakmile se úhel náběhu blíží kritickému.



Vyhřívání trubice

Vyhřívávaná varianta trubice (pouze (100667-000) obsahuje niklochromový vyhřívací článek, který je regulován samostatným ovladačem vyhřívání trubice (součást dodávky). Regulátor sleduje teplotu senzorů a reguluje výkon ohřevu pro udržení stálé teploty. Regulátor také podává informaci v případě chybné funkce. Tato informace může být zobrazena na displeji EFIS přístroje.

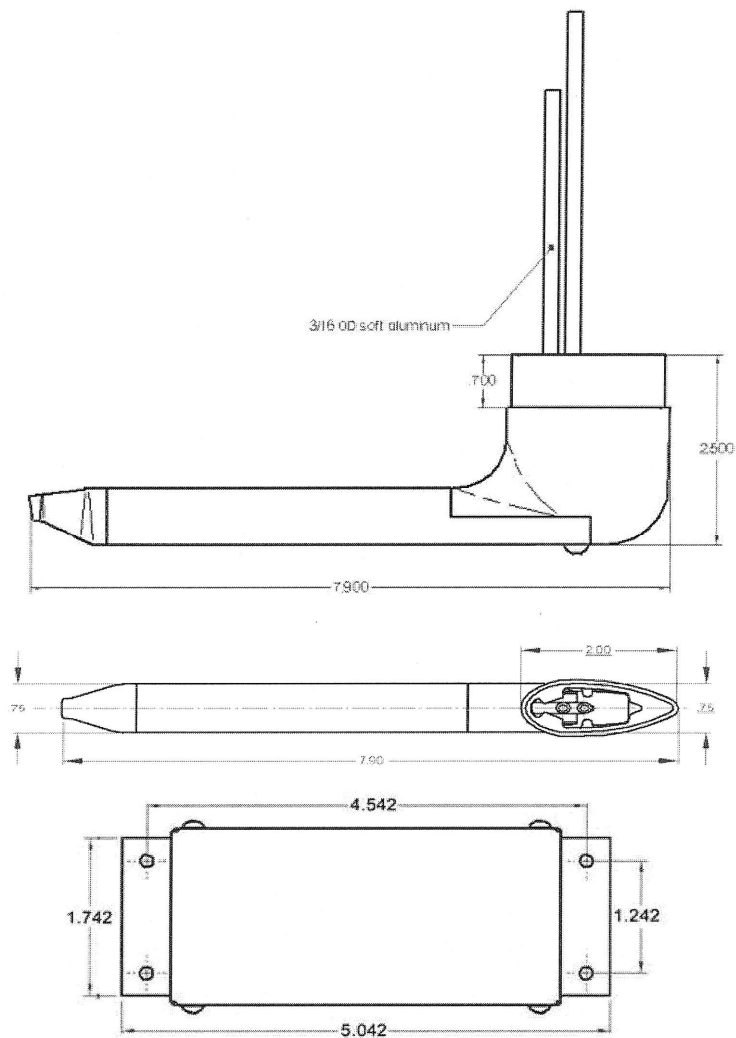
Zástavba

Dynon standardní trubice L-tvaru potřebuje pro svoji montáž držák GretzAero's PH502-12CR (AN5812 series) pitot mount.

Dynon Pitotova trubice se senzorem úhlu náběhu

Page 3 of 3

Rozměry



Příloha č.6 Cenová nabídka Diferenčního tlakoměru Testo

Zdroj: JSP [cit. 2011-20-04]. Dostupné z WWW:
<http://www.jspshop.cz/diferencni-tlakomery/testo-510>

Testo 510 Diferenční tlakoměr - JSP e-shop měřicí a regulační techniky

Page 1 of 1

Testo 510 Diferenční tlakoměr

Kód zboží	1633-001
Výrobce	Testo
Kategorie	Diferenční tlakoměry
Dodací lhůta	Na dotaz
Záruka	2 roky * (neplatí pro nákup na IČ)
Cena s DPH	4 032,- Kč
Cena bez DPH	3 360,- Kč



Popis

- Popis: Testo 510 Diferenční tlakoměr
- Použití: při použití Pitotovy trubice měří rychlost vzduchu
- Magnety na zadní straně přístroje dovolují práci oběma rukama.
- Přístroj je velmi malý a snadno se obsluhuje.
- **Technické parametry:**
 - Skladovací teplota: -40 až +70 °C
 - Provozní teplota: 0 až +50 °C
 - Typ baterie: 2 mikrotužkové baterie AAA
 - Životnost baterie: cca 50hod
 - Hmotnost: 90 g
 - Rozměry: 119×46×25 mm
 - Umožňuje zobrazení: v Pascalech v celém měřicím rozsahu, kompenzaci teploty a hustoty vody
 - Jednotky: hPa, mbar, Pa, mmH₂O, mmHg, inH₂O, inHg, psi, m/s, fpm
- **Typ sondy Diferenční tlak**
- Měřicí rozsah: 0 až 100 hPa
- Přesnost:
 - * ±0,03 hPa (0 až 0,30 hPa)
 - * ±0,05 hPa (0,31 až 1,00 hPa)
 - * ±(0,1 hPa + 1,5 % z naměřené hodnoty) (1,01 až 100 hPa)
- Rozlišení: 0,01 hPa
- **Dodávka obsahuje:**
 - poutko na ruku
 - pouzdro na opasek
 - ochranná krytka displeje
 - baterie

Pro další informace nás kontaktujte!